Exploitation des forêts de montagne

ÉTUDE FAO FORÊTS

33

Rapport du
Troisième cours
de formation professionnelle FAO/Autriche
sur la construction des routes
et la récolte du bois en forêts de montagne
Ossiach et Ort, Autriche 1-28 juin 1981

Compilé et édité par
R. Heinrich
Division des industries forestières



ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 1984

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites

M-30

ISBN 92-5-201225-7

RESUME

Le troisième cours de formation professionnelle FAO/Autriche sur la construction des routes et la récolte du bois en forêts de montagne s'est tenu aux centres de formation d'Ossiach et d'Ort, Autriche, du 1er au 28 juin 1981. Le cours a pu être organisé grâce à une contribution spéciale de l'Autriche venant à l'appui des activités du programme régulier de la FAO dans le domaine de l'exploitation forestière. Comme pour les cours précédents, celui-ci a été organisé par la FAO en coopération avec le Gouvernement de l'Autriche.

Les principaux objectifs des cours ont été de familiariser les participants avec les problèmes rencontrés dans la récolte des forêts de montagne sur la base d'un rendement soutenu, en tenant compte des effets de l'exploitation sur l'environnement. L'accent a été mis particulièrement sur la planification pratique, le tracé, la construction et l'entretien des routes forestières, ainsi que sur la planification, le choix et l'emploi des techniques d'exploitations adaptées aux conditions des forêts de montagne.

D'autres objectifs importants ont été d'attirer l'attention des participants sur la sécurité du travail, les questions de santé, l'ergonomie et la productivité dans l'exploitation forestière.

Le programme comprenait des cours, des rapports sur les pays, des excursions, des démonstrations et des exercices sur le terrain.

Le cours a été suivi par 38 participants en provenance des 19 pays suivants:

Bangladesh, Bhoutan, Birmanie, Cameroun, Chili, Fidji, Gabon, Indonésie, Jamaïque, Malawi, Mexique, Népal, Nigéria, Pakistan, Panama, Pologne, Somalie, Soudan et Tanzanie.

Onze participants ont été pris en charge par l'Autriche, quinze par la FAO, cinq par l'aide bilatérale allemande et sept par d'autres sources.

Parmi les participants, on pouvait compter des membres d'institutions telles que ministères de l'agriculture ou des forêts, administrations publiques forestières, entreprises forestières publiques ou privées et centres de formation professionnelle forestière.

Ce rapport est le résultat de la compilation des textes des cours donnés. Il peut être considéré comme le plus complet de ceux qui ont été déjà préparés étant donné qu'il contient des cours dont les textes ont déjà été publiés dans les rapports précédents.

Avec la publication de ce rapport, on peut espérer que de nombreux forestiers des pays en développement pourront tirer profit des informations qu'il contient.

La FAO exprime ici avec reconnaissance ce dont elle est redevable au Gouvernement de l'Autriche pour avoir assumé la responsabilité de ce programme de formation professionnelle.

NOTE DE L'EDITEUR

Les textes présentés dans ce rapport ont été édités dans les limites jugées nécessaires pour la compréhension du lecteur.

La mention de certaines compagnies, de leurs produits ou de leurs marques de fabrique n'implique aucune approbation ou recommandation de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Photo de couverture: Tour de câblage mobile en position de travail, grumes arrivant sur la route forestière (Photo: R. Hinteregger).

TABLE DES MATIERES

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Page



Coupe à blanc par bande et transport de grumes vers la vallée au moyen de câble-grue. Chargement d'un grumier avec un chargeur hydraulique (Photo: Institut fédéral de recherches forestières)

AVANT-PROPOS

1. GENERALITES

Dans de nombreux pays en développement, l'emploi de méthodes incorrectes de récolte du bois en terrain accidenté est une cause de destruction de la forêt, qui provoque de sévères érosions et des inondations en aval, affectant sérieusement dans les plaines les cultures ainsi que les zones urbaines et leur ravitaillement en eau.

Il faut, par conséquent, se préoccuper sérieusement de la préservation des forêts établies sur les terrains accidentés en leur appliquant des systèmes d'exploitation appropriés afin de garantir leurs fonctions de protection et de production ainsi que leur rôle social.

En raison de l'augmentation de la population, et du niveau de vie auquel il faut s'attendre, les experts s'accordent à prévoir une forte croissance de la demande de bois dans l'avenir, ce qui obligera à effectuer les opérations en forêt dans des conditions de terrain de plus en plus difficiles, particulièrement par la mise en exploitation de forêts inaccessibles au moyen de routes. Dans de nombreux pays en développement soumis à une forte pression démographique, la foresterie devra être reléguée dans les régions les moins peuplées et sur les terres inaptes à d'autres utilisations en raison des conditions de sol et de terrain.

Dans les régions éloignées, la forêt peut contribuer de façon substantielle à améliorer la situation de l'emploi pour les populations locales, grâce à une gestion intensive des peuplements, contribuant ainsi à leur bien-être économique et au développement général du pays.

En terrain montagneux, il faut employer davantage les méthodes à haute composante de main-d'oeuvre que dans les forêts établies sur terrain facile; cela, naturellement, augmente les possibilités d'emploi. D'autres emplois peuvent être créés par la construction et l'entretien de routes, la remise en état de terres dévastées, le reboisement et l'entretien des plantations, ainsi que par des travaux de canalisation de rivières et de protection des bassins versants. De nombreux pays en développement ayant des forêts en terrain accidenté se préoccupent de maintenir la fonction de protection de ces forêts tout en obtenant un rendement soutenu de leur production grâce à des méthodes appropriées. Ils ont donc un profond intérêt à résoudre ces problèmes étroitement liés.

Le grand intérêt pour les activités de formation visant à faire face aux problèmes évoqués ci-dessus a été confirmé par la large participation aux trois cours FAO/Autriche ayant déjà été organisés et qui s'adressaient à des participants de pays en développement de langue anglaise.

Se basant sur les recommandations de la première session du Comité des forêts (COFO) qui avait souligné l'importance de la formation en matière d'enploitation et de transports forestiers, le gouvernement de l'Autriche a généreusement appuyé les activités de formation de la FAO en finançant le premier cours de formation FAO/Autriche en matière de routes et d'exploitations forestières en montagne, qui s'est tenu en juin 1975 à Ossiach (Autriche).

Conformément à de nouvelles recommandations visant la formation et l'amélioration des opérations en forêt faites par le COFO et par le huitième Congrès forestier mondial tenu à Jakarta en octobre 1978, la série des cours selon un programme de formation conjoint FAO/Autriche s'est poursuivie. Un second cours s'est déroulé en Autriche du 3 juin au 2 juillet 1978. Le troisième cours s'est tenu du 1er au 28 juin 1981 et un quatrième cours est prévu pour juin 1983, toujours en Autriche.

Plus de 120 participants, principalement de pays en développement du monde entier, ont jusqu'à présent pris part aux trois premiers cours. En liaison avec ces cours de formation, des rapports techniques explicatifs ont été préparés afin que les informations données lors des cours puissent être mises à la disposition d'un large cercle, particulièrement des forestiers des pays en développement confrontés aux problèmes de planification, de supervision et d'exécution des travaux d'exploitation dans les forêts de montagne. Jusqu'à présent, quelque 4 000 exemplaires des rapports techniques des cours ont été distribués à travers le monde, principalement sur demande de personnes, d'organisations ou d'institutions.

Ce rapport est en grande partie la compilation des textes des leçons faites lors du dernier cours; il comprend également des leçons des cours précédents et peut donc être considéré comme la synthèse des trois derniers cours.

Il faut espérer que les informations contenues dans ce rapport, ainsi que dans ceux des cours précédents, se montreront utiles et pourront servir de manuel de référence pour des problèmes particuliers de l'exploitation forestière en montagne.

2. ORGANISATION ET ADMINISTRATION DU COURS

La préparation et l'organisation du cours ont été effectuées en étroite collaboration entre la Sous-Division de l'exploitation et des transports forestiers de la FAO, Rome, le Ministère de l'agriculture et des forêts, Vienne, et les Centres de formation professionnelle forestière d'Ossiach et d'Ort.

Le Dr H. Redl, Chef de la Division internationale, et ses collaborateurs ont assumé la coordination générale. L'administration du cours était à la charge de la "Verein zur Forderung des forstlichen Forschung in Osterreich" dirigée par le Dr E. Neuberger assisté de M. D. Hanak-Hammerl.

M. O. Frauenholz et M. A. Trzesniowski d'Autriche et M. R. Heinrich de la FAO, Rome, ont été nommés directeurs du cours. Outre les directeurs du cours, plus de 30 orateurs, professeurs ou instructeurs ont contribué à la réalisation du programme. Plus de 20 institutions forestières, organisations, fabricants de machines ou d'outils ont envoyé des spécialistes pour assister les professeurs et instructeurs des Centres de formation forestière d'Ossiach et d'Ort.

L'assistance administrative, technique et de secrétariat a été assurée par 28 membres du personnel des Centres de formation et de l'Institut fédéral de recherches forestières.

3. PARTICIPANTS

Le cours a été suivi par 38 participants des 19 pays suivants:

Bangladesh, Bhoutan, Birmanie, Cameroun, Chili, Fidji, Gabon, Indonésie, Jamaïque, Malawi, Mexique, Népal, Nigéria, Pakistan, Panama, Pologne, Somalie, Soudan et Tanzanie.

Onze participants ont été pris en charge par l'Autriche, quinze par la FAO, cinq par l'aide bilatérale allemande et sept par d'autres sources.

Parmi les participants, on pouvait compter des membres d'institutions telles que ministères de l'agriculture ou des forêts, administrations publiques forestières, entreprises forestières publiques ou privées et centres de formation professionnelle forestière.

4. BUT DU COURS

Le but principal du cours était de fournir aux forestiers des pays en développement les informations essentielles à la planification et à l'exécution des opérations forestières en montagne en portant toute l'attention nécessaire à la protection de l'environnement et aux aspects de conservation. Un accent particulier a été mis sur la planification et le tracé des réseaux de routes forestières et sur les systèmes de récolte. Les cours, les discussions et les démonstrations ont porté également sur des aspects tels que la sécurité et la santé des travailleurs en forêt, l'ergonomie et les études des temps et du travail; toutes ces questions sont considérées comme partie importante du processus de la récolte, et constituent un moyen d'aider les responsables des décisions à analyser la relation entre l'homme et le travail ainsi qu'à évaluer les méthodes et les systèmes de travail puis la productivité et les prix de revient.

5. RESULTATS ET RECOMMANDATIONS

Le cours a été ouvert par le Secrétaire d'Etat, M. Albin Schober du Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts, Vienne. M. L.R. Letourneau, du Département des forêts de la FAO, a souhaité la bienvenue aux participants du cours au nom du Directeur général, le Dr Edouard Saouma, et du Directeur général adjoint, le Dr M.A. Flores Rodas.

Pendant la première partie du cours, qui s'est déroulée à Ossiach, diverses méthodes de récolte du bois ont été présentées et ont fait l'objet de démonstrations. On a demandé aux participants de planifier et de monter une installation de câbles ainsi que d'aider à la planification de l'exploitation. Une démonstration de l'emploi de différents treuils de tirage au sol a eu lieu.

Outre les leçons en salle, qui ont été réduites au minimum, onze excursions, des démonstrations et des visites sur le terrain ont pris place durant cette même première partie du cours.

La seconde partie s'est déroulée à Ort et a traité principalement de la planification des routes, de leur tracé, de leur construction, des facteurs d'environnement ainsi que de l'organisation du travail, la santé, la sécurité, l'étude des temps et du travail. Cette partie du cours a également été axée sur la pratique, onze démonstrations et exercices sur le terrain figurant au programme.

Pendant le déroulement du cours, les participants ont présenté des exposés très intéressants sur la situation forestière dans leurs pays en ce qui concerne l'exploitation.

Une évaluation du cours par les participants a fait ressortir les points suivants:

- Les participants ont été très intéressés par l'aspect pratique du cours car il a permis de présenter un sujet difficile en montrant et en expliquant des résultats tangibles qui sont le fruit d'une longue expérience dans la récolte du bois en Autriche.

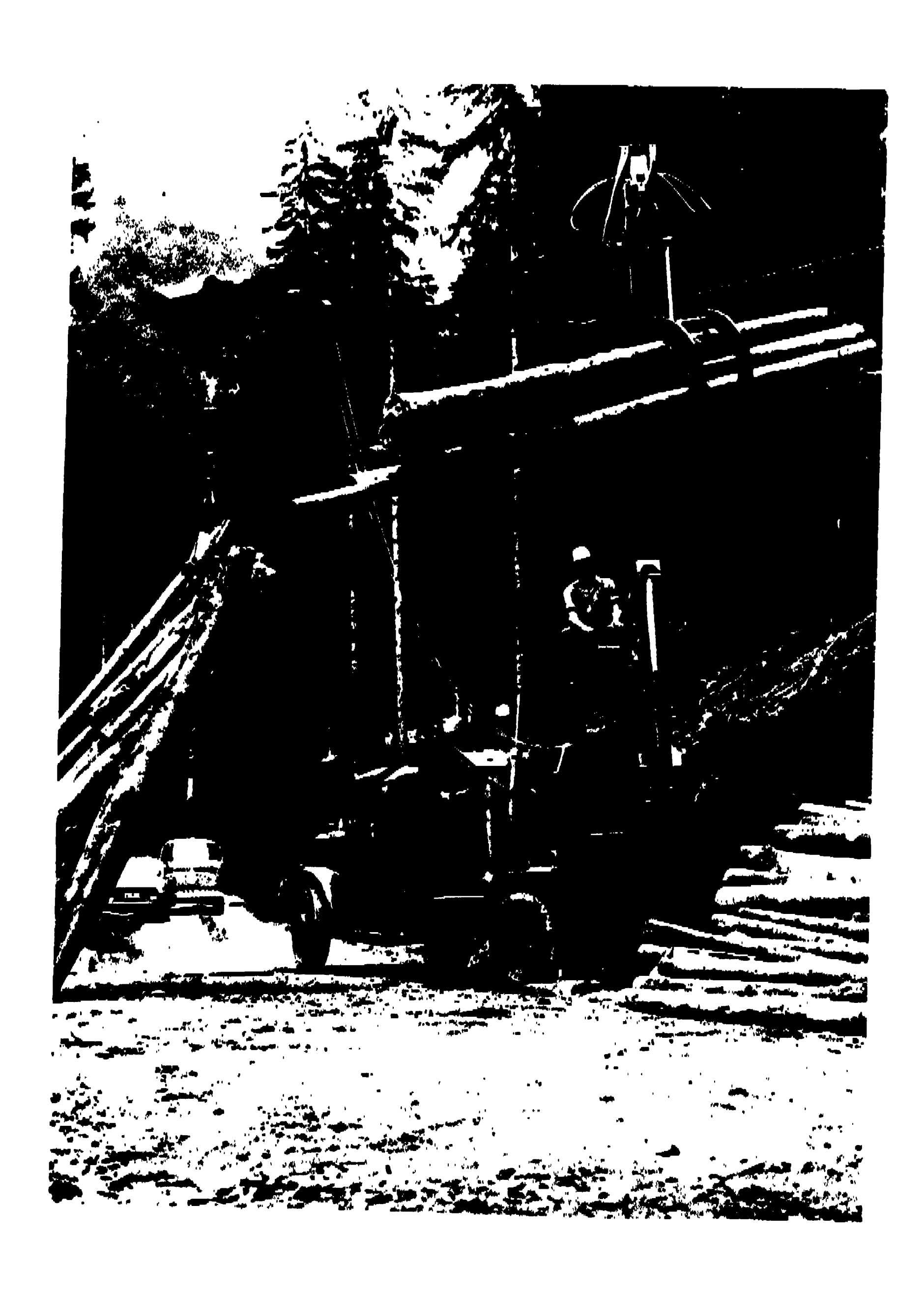
- La présentation des exposés sur la situation dans les pays et les échanges de vues qui les ont suivis ont été considérés comme particulièrement intéressants et davantage de temps devrait y être consacré dans les cours futurs.

- En ce qui concerne le sujet du cours, les participants ont estimé qu'au lieu d'une étude approfondie des systèmes de câbles et de l'installation d'un câble-grue, il vaudrait mieux consacrer davantage de temps aux questions d'étude des temps et du travail ainsi qu'à l'ergonomie. Plus de place devrait également être faite aux prix de revient et à la productivité en comparant les différents choix de systèmes de récolte.

- Les participants ont enfin suggéré que les technologies intermédiaires présentant un grand intérêt pour la plupart de leurs pays, il faudrait peut-être consacrer davantage de temps aux méthodes à forte composante de main-d'oeuvre, ou à une combinaison de ces méthodes avec celles plus complexes assorties d'études de cas pilotes.

6. REMERCIEMENTS

La FAO exprime son appréciation et sa reconnaissance au Gouvernement autrichien pour l'aide qu'il apporte aux activités de formation du Programme régulier en matière d'exploitation et de transport forestiers en accueillant le Cours de formation FAO/Autriche sur les routes de montagne et la récolte du bois. Des remerciements particuliers sont adressés à la Chancellerie fédérale, au Ministère de l'agriculture et des forêts, aux directeurs et au personnel technique et administratif des Centres de formation forestière, ainsi qu'à l'Institut fédéral de recherches forestières et à toutes les nombreuses organisations qui ont généreusement aidé le cours en mettant à sa disposition soit des professeurs, soit des fournitures, du matériel, des machines ou toute autre chose. Dans ce contexte, une mention spéciale doit être faite des entreprises forestières et des fabricants d'équipements qui ont offert leurs services et leur assistance, permettant aux organisateurs du cours de préparer des excursions et des visites sur le terrain très intéressantes et très utiles.



Unité mobile de câblage et chargeur hydraulique montés sur un vieux camion
(Photo: R. Hinteregger)

ALLOCUTION D'INTRODUCTION

par

Leo Reginald Letourneau

Division des industries forestières
Département des forêts de la FAO

Au nom du Directeur général de la FAO, le Dr Edouard Saouma, et du Département des forêts de la FAO, j'ai le plaisir de vous souhaiter la bienvenue au troisième cours de formation professionnelle FAO/Autriche sur la construction des routes et la récolte du bois en montagne.

C'est une satisfaction exceptionnelle de voir tant de forestiers de si nombreuses régions du globe qui ont fait l'effort et pris le temps de venir à ce cours afin d'élargir leurs connaissances de la foresterie en général et de l'exploitation forestière en particulier.

Maintenant, je voudrais adresser des remerciements à nos hôtes autrichiens, sans la générosité et l'assistance donnée sans compter desquels ce cours n'aurait pu avoir lieu. Nous savons d'après le titre de ce cours qu'il est le troisième de ce genre, ce qui en soi atteste non seulement de la générosité de l'Autriche mais aussi de son intérêt pour le sujet pour lequel elle détient la première position dans le monde.

Il n'est que juste de mentionner ici les étroites et cordiales relations entre le Département des forêts de la FAO et l'Autriche dans ce domaine, particulièrement avec M. Plattner du Département des forêts et le Dr Redl de la Division internationale, non seulement parce que leur action nous permet d'avoir ce cours, mais aussi parce que, grâce à eux, nous sommes en mesure de placer rapidement des forestiers des pays en développement dans des cours de formation spécialisés en Autriche.

Passons maintenant au travail qui nous attend. Vous avez été choisis par vos pays pour participer à ce cours, afin qu'à votre retour chez vous vous ayez une meilleure idée de la façon dont il faut conduire les opérations de récolte, non seulement en terrain accidenté, mais aussi que vous compreniez mieux les ramifications de vos actions sur le terrain, la forêt et les cours d'eau, ainsi que les effets sociaux et culturels sur les personnes autour de vous - les travailleurs, les villageois et les industriels utilisateurs de vos bois.

J'ai mentionné plus tôt que vous aviez été choisis. Peut-être certains d'entre vous auront été candidats sans trop d'intérêt pour le sujet. L'exploitation forestière est un champ d'activité spécialisé qui n'est pas souvent choisi par les jeunes gens pour faire carrière dans les pays tropicaux. Très souvent il est considéré comme une phase préliminaire dans l'espoir d'une longue carrière dans la foresterie ou un service gouvernemental. Peu importe l'intention, ce cours est fait pour éclairer et élargir votre vision. Un facteur positif aura été acquis si dans les années à venir un grand nombre d'entre vous travaille encore dans ce domaine.

L'exploitation forestière est un métier difficile, exigeant que chacun fasse ses propres preuves dans la jungle. Mais ce n'est pas seulement une occupation ardue, elle peut vous apporter des compensations. Compensations dans le sens que grâce à une formation spécialisée, vous apportez l'ordre dans ce qui est parfois chaos et que vous formez le maillon entre la croissance de l'arbre et son utilisation.

Jetant un oeil sur le programme du cours, vous noterez qu'il ne couvre pas seulement la planification, les levés, la construction de routes et l'exploitation, mais qu'il consacre un certain temps à des sujets tels que la sécurité, la protection, l'écologie. Le programme est vaste, mais il a été conçu pour vous donner une image générale de ce qui est nécessaire à une exploitation efficace des forêts. Un des plus grands obstacles à une exploitation efficace des forêts est le manque de personnel expérimenté capable de prendre des décisions concrètes pour exercer le contrôle des exploitants et des opérations

d'exploitation. Les effets négatifs de ce manque d'expérience se manifestent non seulement par des coûts de production plus élevés que nécessaire, mais aussi, très souvent, par une productivité plus faible, ou même parfois par une destruction de la forêt, ainsi que par un impact négatif sur l'environnement.

Une planification et un contrôle appropriés sont essentiels si nous voulons avoir des prix de revient bas, protéger la forêt et l'environnement, et surtout récolter quelques bénéfices pour la population de nos pays respectifs par la création d'emplois, les produits forestiers et la diminution des importations.

Les forêts, qu'elles soient naturelles ou créées par l'homme, peuvent jouer et normalement jouent un rôle important dans l'économie de vos pays, et pour cela doivent être traitées avec soin. Notre tâche à nous, exploitants, est de créer tout en conservant. Pour cela nous devons apprendre comment appliquer des principes et des techniques fondamentales qui sont généralement déjà connus. Toutefois, nous devons également apprendre à refléchir à partir de ces principes car leur application peut chaque fois demander une technique légèrement différente et même, dans certains cas, exiger une conception entièrement nouvelle.

Avec votre permission, laissez-moi terminer avec le souhait que ce que vous apprendrez ici sera bien employé et que grâce à ce cours certains d'entre vous décideront de faire de l'exploitation forestière la vocation de leur vie.



Ouvrier portant des vêtements de sécurité effectuant l'entaille d'abattage avec une scie à chaîne (Photo: O. Sedlak)

LA RECHERCHE FORESTIERE DANS LES REGIONS ALPINES

par

Johann Egger

Forstliche Bundesversuchsanstalt 1/

1. INTRODUCTION

Dans un pays nettement montagneux comme l'Autriche, aucune particularité ne caractérise mieux le paysage que les bois. Quarante-quatre pour cent de la surface totale du pays sont couverts de forêts. S'étendant sur une superficie de 3,69 millions d'hectares, elles produisent annuellement près de 14 millions de m3 de bois. Elles protègent le sol de l'érosion, maintiennent le bilan hydrologique et protègent les vallées fertiles avec leurs habitations, leurs voies de communication et leurs industries contre les dégâts. Elles offrent des emplois à un grand nombre de personnes, et en raison de la beauté de leur paysage et de leur haute valeur de récréation représentent un important facteur du tourisme domestique.

La forêt peut remplir ces multiples fonctions sociales et économiques de façon permanente uniquement si l'on comprend le cycle naturel de sa vie et si ses principes sont respectés lors de sa gestion.

La récente loi forestière autrichienne de 1975 régit le domaine entier de la gestion des forêts ainsi que toutes les interactions entre la forêt, l'économie et la société. Cette modification de la loi originelle qui datait de plus de 100 ans et une recherche forestière orientée vers les besoins spécifiques des terrains montagneux fournissent une base solide à la gestion future des forêts.

Du champ d'activité étendu de la recherche forestière, j'aimerais ne présenter que les faits les plus importants, sous une forme condensée.

2. PRODUCTION

La subdivision de l'Autriche en sept régions de croissance est basée sur l'habitat des différentes espèces d'arbres et en particulier sur les différences de climat prononcées qui règnent sur le pays.

Ces subdivisions en zones de croissance ainsi que la loi sur les semences forestières, qui prévoient une classification de la qualité des peuplements destinée à l'emploi de semences ayant subi les tests de provenance, sont le résultat des travaux de l'Institut fédéral de recherches forestières de Vienne.

Outre l'identification de la provenance des semences, le succès des reboisements dépend de la qualité des plants utilisés. C'est pourquoi l'amélioration de la qualité des plants au moyen d'une claire définition de normes de qualité et de l'inspection régulière des pépinières fait l'objet d'un effort continu.

Un autre projet de recherche étudie la croissance que l'on peut attendre des arbres les plus communs dans des sites différents. Des surfaces de forêt d'environ 500 ha ont été choisies dans des régions de croissance définies de façon stricte (telles que la zone du flysh 2/, les Alpes calcaires du Nord, etc.). Après un levé très soigné des sites, au moins 200 000 arbres de tous les groupes d'âge sont mesurés avec précision. Le résultat que l'on espère de ce travail pratique devrait répondre aux questions suivantes: quelles espèces ou quelle composition de peuplement assurera un rendement soutenu optimum sur des sites souvent très différents? Dans quelle mesure le pourcentage de chaque espèce peut-il varier, selon les objectifs de la gestion dans chaque cas, sans réduire à long terme le potentiel productif du peuplement?

1/ Institut fédéral de recherches forestières, Vienne.

2/ Région géologique en Autriche.

Actuellement, notre travail se concentre sur un inventaire des forêts de haute altitude dont certaines se trouvent en danger aujourd'hui. L'objectif poursuivi est la préparation de directives d'aménagement sylvicole pour la conservation ou la régénération, selon les cas.

A la pépinière de Tulln, des études comparatives sont menées sur les variétés de peupliers croissant déjà en Autriche; les clônes et les variétés de peupliers, dont les tests sont d'excellents à bons, font l'objet de propagation.

Depuis 1957, des études ont été concentrées sur des essais de descendance de groupes d'épicéas isolés et de peuplements d'épicéas ainsi que sur la distribution en altitude de peuplements d'épiceas de montagne. En établissant 44 parcelles d'expérience dans les différentes zones de croissance et à différentes altitudes nous espérons être à même de confirmer les résultats d'essais précédents sur l'hérédité de caractères physiologiques et morphologiques de l'épicéa. Des essais de provenance sont effectués pour établir les provenances de douglas les mieux adaptées.

Les études sur l'approvisionnement en eau, en plaine comme en montagne, remontent au tout début de la recherche forestière. A une date récente, les efforts de cette recherche se sont portés sur l'élaboration d'un système de classification uniforme des sites forestiers pour l'Autriche, basée sur les analyses des sols et des inventaires phytosociologiques. La classification uniforme est destinée à fournir une délimitation plus exacte des zones de croissance en Autriche. L'inventaire des sites de croissance exécuté suivant le programme d'inventaire forestier autrichien poursuit le même but.

3. PROTECTION DES FORETS

L'Institut pour la protection des forêts agit comme organe consultatif dans tous les cas où des dommages se produisent; de plus, il est responsable des essais des insecticides et des produits de lutte contre les maladies employés en forêt et effectue des recherches sur les nouveaux agents biologiques de prévention et de contrôle. Les questions de contamination étroitement liées à l'emploi des insecticides et des fongicides jouent, aujourd'hui, un rôle important dans les activités de l'institut.

Des essais concernant l'usage du Pheroprax, un produit attirant les bostriches, ont permis d'améliorer les recommandations pour son emploi pratique. D'autres essais, dans le but de tester les effets toxiques de certains pyréthroïdes sur le grand charançon du pin (Hilobius abietis) ont conduit à des résultats positifs.

Le problème des dommages causés par les fumées industrielles existait bien avant la création de notre institut de recherche. Au début, seule la pollution de l'air faisait l'objet de recherches en analysant l'air et les aiguilles; plus tard, on a établi des cartes consignant les résultats et ce n'est que très récemment que des photographies en fausses couleurs ont été faites, zone par zone, afin de déterminer rapidement l'étendue de la pollution dans les régions affectées. Des observations pratiques sur les accroissements, menées en collaboration avec l'Institut de recherche sur la production depuis 1965, ont confirmé les études précédentes sur les dommages causés par les fumées.

La littérature sur la protection des forêts et des pâturages contre les dommages causés par le gibier montre que le sujet était déjà considéré comme important dès 1884. Ce n'est qu'après une longue période qu'en 1956 la question "forêt et gibier" a fait l'objet d'un nouvel intérêt. Une série d'essais à long terme devrait montrer l'influence du pâturage du gibier sur la végétation et sur la flore forestière en particulier. De plus, des sujets tels que la quantité et la distribution du gibier ainsi que l'étendue des dommages qu'il cause font l'objet de recherches et l'efficacité de mesures de protection est testée.

4. SCIENCE DE LA PRODUCTION DES FORETS

Au début, les recherches sur la production des forêts étaient surtout axées sur les questions courantes de mesuration des forêts; puis, durant la période allant de 1899 à 1908, des études portant sur la forme et le volume des épicéas, mélèzes, pins sylvestres et sapins furent publiées. Schiffl essaya de déterminer les caractéristiques de la forme

des troncs en utilisant des coefficients de forme. Ses études sur l'espacement des plants et les soins aux peuplements en tant que facteurs dans la culture de l'épicéa ont été également importantes. Avec son mémoire "Principes de croissance des peuplements d'épicéa commun", Schiffl ouvrit une nouvelle voie dans ce domaine, qui fut suivie et perfectionnée plus tard par Krenn, Assman et Franz. A l'heure actuelle, la recherche sur la production est surtout concentrée sur une série d'expériences à moyen terme destinées à répondre à des questions comme le maintien d'un nombre constant de tiges ou l'éclaircie des peuplements de pins ou d'épicéas qui, on l'espère, permettront de réduire le coût de plantation et d'entretien. Au moyen d'essais de fertilisation des forêts, l'institut réalise des vérifications précises de la valeur économique de telles mesures.

La question de l'espacement des plants ou des méthodes optimums d'éclaircie, si importante de nos jours, n'aurait pu recevoir de réponse avec une compétence professionnelle si des essais continus n'avaient été entrepris dès les premières années d'existence de l'institut. L'expérience d'espacement des arbres de Hauersteig (pour l'épicéa), menée par Cieslar en 1892, sert de modèle pour ce genre de travaux de recherche.

5. GENIE FORESTIER

Les premières études de génie forestier se sont concentrées sur l'emploi des coins puis par la suite sur les méthodes de tracé des pistes de débardage. Après un long intervalle, ces études furent reprises en 1940 et ont abouti à la construction du câble de Mariabrunn, qui fut largement essayé lors d'opérations pratiques aussi bien pour le débardage au sol que comme câble-grue sur courtes distances. Lors des essais sur le terrain ce modèle servit surtout à mettre au point des méthodes simples d'exploitation par câble. Il peut être considéré comme un appareil modèle à son époque et qui a permis de mettre au point un treuil efficace pour le travail en forêt.

Par la suite l'attention s'est tournée vers les câbles-grues à longue distance. L'objectif était alors de faire les essais de modèles originaux pour vérifier leur aptitude à un travail pratique, et en particulier de mettre au point et tester des méthodes appropriées de levé, de calcul, d'installation et d'opération ainsi que d'imaginer de nouveaux supports pour les câbles aériens et de nouveaux types d'ancrage. En étroite collaboration avec l'Université d'agriculture et forestière, on a déterminé le temps, le matériel et l'argent nécessaires pour l'installation et le démontage des câbles-grues dans différentes conditions de travail. Les précieuses informations recueillies au cours de ces études furent incorporées aux cours de formation et donc transmises à un grand nombre de forestiers.

L'ouvrier lui-même a toujours été au centre de toutes les recherches sur les techniques de travail du fait que le travail que l'on attend de lui doit être faisable et physiquement tolérable à la longue. Les tests ergonomiques sont utilisés pour mettre en évidence les contraintes psychiques et physiques auxquelles le travailleur est exposé, et pour signaler tout changement nécessaire dans la suite des opérations.

En collaboration avec le Département d'hygiène de l'Université de Vienne, l'encéphalite méningée des débuts de l'été, maladie à virus transmise par les tiques fut analysée. Sur la base de ces recherches on a pu établir la première carte des zones touchées par la maladie et montrer que celle-ci était une maladie professionnelle qui touchait en premier lieu les ouvriers forestiers et le personnel forestier. Un vaccin fut donc mis au point à titre préventif.

Comme conséquence de la mécanisation et d'un emploi de plus en plus grand de la technologie, toutes les nouvelles machines et appareils doivent être recensés et leurs aptitudes en terrain montagneux testées; il faut également étudier les méthodes de travail appropriées. Les progrès constants de la mécanisation ont été suivis attentivement. Un grand nombre d'études et d'analyses du travail en forêt comprenant l'emploi des scies à chaîne, des tracteurs à roues articulés et des câbles-grues avec tours mobiles ont donné des résultats directement utilisables. Des normes de travail pour les opérations avec les scies à chaîne, des calculs d'heures de travail, des listes de machines et d'équipements ainsi que des suggestions pour l'amélioration de ces machines ou des méthodes de travail ne sont que quelques exemples des résultats obtenus.

Plus les technologies employées sont évoluées, plus une organisation appropriée et une préparation du travail auront d'importance et seront décisives pour la réalisation d'opérations rémunératrices. C'est le cas, par exemple, dans une "séquence de travail rompue" - abattage, débardage d'arbres isolés au moyen d'un câble-grue avec mât mobile, entreposage au moyen d'un débardeur à grappin, et façonnage au moyen d'un "processor" mobile; ou dans le débardage par hélicoptère.

6. INVENTAIRE FORESTIER

L'inventaire forestier autrichien s'est développé à partir de la première enquête sur les volumes sur pied de 1952 à 1956. Cette année, il entre dans sa troisième phase après l'achèvement des relevés faits de 1961 à 1970 et de 1971 à 1980. L'objectif recherché par le projet d'inventaire est de déterminer les conditions et les changements du volume sur pied par des relevés continuels sur toute la superficie du pays. Les résultats du premier inventaire (1961-1970) sont contenus dans le livret d'information N° 103. Avec ces informations détaillées sur les données de l'inventaire, les forestiers autrichiens et les organes de gestion ont sous la main un matériel précieux pour prendre les décisions en matière de politique et d'économie forestières. Le travail préparatoire de l'inventaire commencé en 1980 est en cours de réalisation.

7. CORRECTION DES TORRENTS ET PROTECTION CONTRE LES AVALANCHES

Les avalanches désastreuses de 1951 et 1954 ont incité à l'élaboration d'un registre des avalanches pour la province du Tyrol ainsi qu'à l'enquête de Fromme qui a montré qu'au cours des 200 dernières années la limite de la forêt s'est abaissée considérablement dans de nombreuses régions du Tyrol et qu'il existe une étroite corrélation entre le déboisement et les risques d'avalanches ou de dégâts causés par les torrents.

Etant donné que l'on sait que deux tiers des avalanches débutent en dessous de la limite théorique de la forêt, on peut donc les combattre non seulement au moyen d'ouvrages techniquement évolués mais également par un reboisement à long terme de stations en haute altitude. L'analyse détaillée des microclimats, des sols et de la végétation, ajoutée aux études sur le métabolisme des espèces d'arbres les plus importantes, a montré que le reboisement en haute altitude est un concept économiquement valable.

A la station d'essais de Patscherkofel on étudie les réactions de différentes espèces à l'environnement. Les plantes sont placées dans des souffleries à air conditionné où elles sont exposées aux conditions climatiques régnant en haute altitude par simulation. Leurs réactions sont analysées au moyen de leurs échanges d'oxyde de carbone. La chambre climatique, qui fonctionne entièrement depuis 1964, a permis de recueillir de précieuses informations concernant le traumatisme à la transplantation, le choc de l'évaporation, les caractéristiques de résistance des jeunes plants forestiers et leur dépendance de facteurs extérieurs.

Le Département de biologie des sols a réussi à sélectionner des champignons qui se montrent de précieux associés pour nos arbres. Ils sont cultivés en monoculture et utilisés comme vaccins pour renforcer la croissance et la résistance des plants employés pour le reboisement. Le projet de carte de la végétation du Tyrol, jusqu'à présent incomplet, a été repris. Lorsqu'il sera terminé il comprendra douze cartes à l'échelle de 1:100 000. Récemment, le projet de remise en état des forêts de protection a également été mis en route. Ce projet, comme celui du reboisement en haute altitude, revêt une importance de plus en plus grande.

Après les inondations et glissements de terrain catastrophiques de 1965, l'Institut fédéral de recherches forestières de Vienne a créé une sous-division spéciale pour l'étude des torrents et des avalanches qui complète les recherches biologiques faites à Innsbruck. Le groupe de travail de Vienne fait des recherches sur l'érosion par les torrents, et sur les ouvrages de correction des torrents et de protection contre les avalanches.

Le problème de l'érosion par les torrents est étudié en sélectionnant des bassins de réception comme modèle et en essayant de prouver au moyen de mesures hydrographiques et morphométriques l'efficacité des mesures d'aménagement et de construction prises. Dans le bassin de réception modèle du Trattenbach on a mis au point une méthode d'analyse des données. A l'heure actuelle, les résultats suivants sont susceptibles d'applications pratiques: suggestions pour trouver des données plus exactes servant à déterminer la dimension des ouvrages et des méthodes de construction des ouvrages de correction, une mise au point plus avancées de barrages de retenue ouverts, essais de résistance et d'élasticité des structures en acier, publication sur les désastres dus aux avalanches en Autriche, et un séminaire sur les barrages de retenue pour les torrents. Des indices d'érosion déterminés au moyen d'essais avec des appareils d'arrosage permettent d'évaluer du point de vue hydrologique les différentes couvertures végétales.

8. CONCLUSIONS

La conservation de la forêt et de son rendement économique optimum, ainsi que le maintien des nombreuses fonctions qu'elle remplit pour le bien de notre société, est une grande tâche et une obligation qui incombent aux politiciens et aux administrateurs, aux propriétaires de forêts et aux forestiers, et plus spécialement aux scientifiques.

La recherche forestière essaie de satisfaire ce principe directeur de l'économie forestière, particulièrement en orientant les projets de recherche vers les besoins pratiques et par une coopération internationale intense.



La recherche forestière est essentielle pour maintenir les fonctions de production et d'environnement des forêts de montagne (Photo: R. Heinrich)



Forêt de récréation pourvue d'une route forestière bien construite
(Photo: E. Pestal)

FORESTERIE ET ECOLOGIE DANS LES REGIONS MONTAGNEUSES

par

Edwin Tüchy

Bundesministerium für Land-u. Forstwirtschaft 1/

1. INTRODUCTION

L'objectif de forêts bien aménagées est de garantir un rendement soutenu de toutes les utilisations. Parmi celles-ci, la production de bois d'oeuvre est encore la plus importante. La productivité d'une forêt dépend de facteurs écologique variés et de leurs effets positifs ou négatifs. Un rendement soutenu exige fondamentalement un environnement stable, dans lequel toutes les diverses fonctions écologiques sont maintenues. Cela est vrai des forêts naturelles utilisées pour la production comme des forêts établies par l'homme.

Ce document traite des considérations écologiques qui doivent être prises en compte lors de la mise en exploitation au moyen de routes et lors de l'exploitation elle-même. Il est concentré sur les facteurs écologiques empiriques qui dominent en régions montagneuses ainsi que sur les mesures nécessaires si on veut prendre ces facteurs en considération.

Il est clair qu'il faut trouver un compromis entre les intentions économiques et écologiques. Il serait erroné de prévoir des mesures pour la forêt sur la seule base de faits et de données économiques couramment disponibles. Les plus grands désastres naturels en Europe centrale furent le résultat d'une telle idée fausse.

2. FORETS ET EAUX

En Europe centrale - et dans la plupart des régions montagneuses du globe - les précipitations augmentent avec l'altitude. A part le fait que des périodes sèches surviennent à certaines saisons de l'année et que certaines régions peuvent ne recevoir aucune pluie, il reste généralement vrai que l'eau est abondante en région montagneuse. Comme l'expérience l'a montré, un apport surabondant d'eau - particulièrement le type de précipitation qui arrive soudainement - est le problème écologique principal en montagne.

Etant donné que les pentes sont fortes en montagne, spécialement si les formations géologiques sont jeunes, le problème hydrologique est associé de façon inséparable à celui de l'érosion.

Les études faites il y a quelques dizaines d'années dans différentes parties du monde ont montré que, de tous les types de végétation, seule la forêt permet d'éviter les grands désastres et de garantir la conservation du paysage et des sols. D'autres points à souligner en faveur de la préservation des forêts de montagne sont les bonnes perspectives d'avenir de vente du bois, et l'amélioration des techniques d'exploitation, particulièrement des méthodes de débardage.

3. QUELQUES EXEMPLES DE RESULTATS D'ETUDES

3.1 Ruissellement

Le ruissellement des eaux de pluie est comparé dans deux vallées voisines ayant des densités de couvert forestier différentes.

1/ Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts, Vienne.

Vallée	Densité de forêts %	Précipitation mm	Ruissellement l/ha/sec.
Sperbelgraben	95	35	8,4
Rappengraben	35	35	sup. à 33

(Etude faite par Engler, 1900, Suisse)

Après une forte pluie, le maximum du ruissellement était atteint seulement au bout de 36 minutes en terrain couvert de forêts. Sur une coupe à blanc il survenait au bout de 15 minutes seulement et était 2,5 fois plus fort (Etude faite par Hibbert).

Des chiffres encore plus élevés ont été relevés sur des pistes de ski en terrain déboisé (comparables à des pâturages, sol compacté): le ruissellement était six fois plus fort qu'en forêt; l'infiltration dans le sol n'atteignait que 30 cm alors qu'en forêt elle était de 110 cm (Etude faite par Stauder, Autriche).

Décroissance du ruissellement avec l'augmentation de la densité des forêts:

Exemple d'un peuplement de pin

Degré de densité du peuplement	Ruissellement en %
0,2	25
0,6	9
0,8	2

3.2 Erosion

Une couche de sol de 18 cm dans une forêt mélangée à feuilles caduques est théoriquement érodée au bout de 575 000 ans, dans les prairies et les pâturages après 82 000 ans

Si la même couche de sol ne porte pas de végétation du tout, dans les mêmes conditions, l'érosion ne demande que 18 ans (Etude faite par H. Walter).

Erosion évitée par un couvert bas

Degré de surface couverte en %	Précipitation (orages) en mm	Ruissellement en %	Erosion du sol kg/ha
75	60	2	100
10	60	73	10 000

(Etude faite par Susmel)

Degré d'érosion avant et après la construction de route

Précipitations annuelles: 1 500 mm.

Taux d'érosion du sol/ha/an avant la mise en exploitation	20-30 kg
Au cours de la construction de la route (excavation d'une nouvelle plate-forme)	2 000-4 000 kg
Après la fin des travaux et rétablissement de la végétation sur les talus	100-150 kg

(Cité d'après Pestal, études faites aux Etats-Unis d'Amérique)

3.3 Avalanches

La neige s'accumule irrégulièrement en forêt; une stratification dangereuse est évitée. Les arbres ont un effet de poteaux supportant la couche de neige. Une forêt dense irrégulière ayant une structure stratifiée donne la meilleure protection.

4. FORESTERIE DE MONTAGNE BASEE SUR DES CRITERES ECOLOGIQUES

Les résultats d'études ont montré que, particulièrement dans les régions montagneuses, la foresterie doit être adaptée aux besoins écologiques. Afin de préserver l'environnement, les économistes forestiers doivent éviter les risques suivants:

- Fort ruissellement
- Erosion
- Avalanches dans les régions couvertes de forêts.

Alors que les inondations et les avalanches provoquent surtout des dommages temporaires, même s'ils ne peuvent être réparés qu'après des décennies, l'érosion cause des dommages permanents et irréparables au sol dans pratiquement tous les cas. Malheureusement, on ignore encore trop souvent que les couches supérieures, c'est-à-dire la couche d'humus et les couches de sol minéral mélangé à l'humus, (souvent épaisses de quelques centimètres seulement) sont chargées de fournir les éléments nutritifs. La production du bois dépend pour l'essentiel de ces couches. On voit ainsi que l'érosion n'est pas seulement un problème écologique mais aussi économique. Les forestiers d'Europe centrale préfèrent voir la mécanisation adaptée à la sylviculture plutôt qu'aux autres nécessités.

Les considérations écologiques affecteront toujours les décisions économiques. Les mesures qui prennent l'écologie en considération ne doivent pas tendre vers un profit maximum à court terme, mais être basées sur une utilisation de la forêt à long terme.

Je ne voudrais pas donner toutefois l'impression qu'en Europe le taux du profit est si élevé que la rationalisation et la mécanisation peuvent être sacrifiés pour le plaisir de satisfaire quelques exigences compliquées de l'écologie. C'est plutôt le contraire: le coût élevé de la main-d'oeuvre, et le manque de cette main-d'oeuvre, d'une part, et la faible augmentation des prix des bois, de l'autre, constituent un défi permanent pour les économistes forestiers qui doivent sans cesse trouver de nouvelles voies pour harmoniser l'économie et l'écologie. Permettez-moi d'illustrer mes arguments au moyen de quelques chiffres.

5. DONNEES SUR LA FORET AUTRICHIENNE

De tous les pays d'Europe centrale, l'Autriche possède le pourcentage de terres boisées le plus élevé: 44 pour cent (comparé avec la Tchécoslovaquie 35 pour cent; France 24 pour cent; République fédérale d'Allemagne 30 pour cent; Italie 21 pour cent; Suisse 24 pour cent; et Yougoslavie 30 pour cent). Cela correspond en gros à 3,7 millions d'hectares dont 3,2 millions sont des forêts productives.

Les forêts autrichiennes sont situées surtout en montagne.

Altitude au-dessus du niveau de la mer en mètres		Superficie de forêts productives en pourcentage
jusqu'à	900	51
de 901 à	1 200	22
de 1 201 à	1 800	27

Pente des superficies forestières

Pente en degrés	en pourcentage	Superficie des forêts productives en pourcentage
0 - 20	0 - 36	49
21 - sup. à 40	sup. à 84	51

En 1976, la production de bois ronds s'est élevée à environ 10 millions de m3 provenant d'une superficie de 30 000 ha; 18 200 ha étaient des coupes à blanc et 12 500 ha ont fait l'objet de coupes sélectives. Le volume moyen de bois récolté sur les coupes définitives était de 324 m3/ha, représentant un volume sur pied de 400 m3/ha. En 1976, 17 700 ha ont été reboisés.

Rapport coûts-revenus

- Le salaire horaire des ouvriers forestiers a augmenté d'environ 100 pour cent entre 1970 et 1976.

- Le prix des bois ronds destinés au sciage (épicéa, sapin) a augmenté d'à peu près 20 pour cent au cours de la même période.

- Structure des prix de revient en 1975 (grandes forêts) en % des revenus

Récolte du bois	43
Sylviculture	8
Equipement de débardage	10
Administration	33
Bâtiments	6

Coûts 1975 (grandes forêts) en % des revenus

Salaires	19)	58
Traitements	39)	
Matériel	7	
Main-d'oeuvre ext.	16	
Taxes	5	
Amortissement	9	
Divers	5	

- Revenu par hectare de forêt productive obtenu de la coupe définitive et des éclaircies en 1975: 2743 S.A. (182 $ E.-U.)

- Coût du reboisement par hectare, y compris soins et nettoyage: en gros 15 000 S.A. (1 000 $ E.-U.)

- Exemples de productivité des scies à chaîne (Entreprise fédérale forestière autrichienne)

S.A. = Schilling autrichien.

	Volume de bois coupé par heure de travail en m3		Augmentation en %
	1970	1976	
Coupe définitive	0,59	0,88	50
Eclaircies	0,35	0,57	63

6. PRINCIPES BIOLOGIQUES FONDAMENTAUX

Les données précédentes, la situation existante et l'expérience tirée de cette situation soulignent le besoin de principes écologiques à appliquer en foresterie. Etant donné le sujet de ce cours, je me concentrerai sur la mise en exploitation des forêts et à l'exploitation proprement dite.

6.1 Mise en exploitation des forêts

La construction de routes est la première activité forestière consciente de l'environnement en région montagneuse.

Planification soignée. Tout projet de mise en exploitation demande beaucoup de prévoyance dans les décisions qui détermineront le développement de la forêt pour une longue période. Les erreurs de planification deviendront évidentes et ne peuvent être corrigées plus tard.

Planification intégrée. Le transport du bois ne représente que 30 pour cent et même moins de l'utilisation d'une route forestière. Dans la plupart des cas, les routes servent à de nombreux usages dans les forêts faisant l'objet d'une gestion intensive (reboisement, entretien, protection de la forêt, entre autres) ainsi qu'à des services sociaux (transport des ouvriers, transports en cas d'accidents, etc.).

Plans de défrichement. La mise en exploitation de forêts vierges comprend le défrichement de la forêt et sa transformation en terre arable. Ce défrichement, en particulier la distribution des terres forestières, doit recevoir une attention spéciale en raison des risques d'érosion. Dans les régions montagneuses, le pourcentage de terres boisées doit être maintenu élevé.

S'il existe un risque potentiel d'avalanche en hiver, il faut maintenir une large ceinture de forêts sur les pentes de la vallée.

Degré de mise en exploitation. Des données empiriques montrent qu'avec le degré actuel de mécanisation la densité optimum de routes dans les forêts d'Europe centrale n'est atteinte qu'avec 30 à 40 m par hectare de forêt productive. Seule cette forte densité du réseau routier permet les coupes sur de petites surfaces.

Alternatives de débardage. Le réseau routier sera toujours l'épine dorsale d'un projet de mise en exploitation. Dans les terrains accidentés ou rocheux, ou sur des sols à faible portance, la construction de routes peut avoir des conséquences désastreuses. Dans ces cas, il faut envisager d'autres solutions (par exemple installations de câbles temporaires, etc.).

Construction soignée. L'amoncellement de grandes masses sur des terrains accidentés ou rocheux doit être évité. Les routes et les pistes de débardage doivent être tracées en suivant le terrain. Les pentes doivent être faibles. Le drainage de la surface de la chaussée doit être suffisant. L'installation de végétation sur les talus, qu'elle soit naturelle ou artificielle est essentielle, particulièrement sur les terrains rocheux.

Seul un contrôle suivi de la construction pourra garantir l'efficacité et les bons résultats.

6.2 Récolte du bois

A l'heure actuelle et dans le futur, les travaux forestiers basés sur des principes écologiques ne seront pas possibles sans l'utilisation de machines de grandes dimensions.

Les grosses machines sont avantageuses, mais seulement si elles sont employées sur une grande échelle. Du point de vue écologique, cela est peu favorable en raison du terrain accidenté. Les grosses machines ne sont normalement pas utilisées en montagne.

L'exploitation doit être soigneusement planifiée. Il faut comparer différentes méthodes de récolte et de débardage. La méthode entraînant le moins de frais n'est pas forcément la meilleur marché. Des coûts élevés sont justifiés si les dommages peuvent être réduits sérieusement. L'exploitation forestière en terrain accidenté et près de la limite de végétation de la forêt en haute altitude doit être effectuée avec précaution.

Petites coupes à blanc. On ne fait plus de grandes coupes à blanc en Autriche. De petites coupes bien espacées (coupes par bandes ou par bandes très étroites) permettent d'éviter une érosion trop grande.

Méthodes de récolte. Les méthodes dans lesquelles les feuilles, les aiguilles, les branches et les souches restent sur le parterre de la coupe doivent être préférées. L'exploitation d'arbres entiers entraîne une réduction des substances nutritives sur les sols pauvres. Même la fertilisation par l'apport de substances minérales équivalentes ne compense pas la perte de substances nutritives. Les branches et les souches jouent un rôle important en s'opposant à l'érosion sur les terrains accidentés et en montagne.

Débardage. Les machines qui creusent des sillons dans le sol doivent être évitées car elles provoquent un compactage du sol et de l'érosion. Le débardage par gravité est peu avantageux sur de longues distances. Le débardage par treuil vers l'amont est une alternative.

Débardage dans les coupes sélectives. Les arbres doivent être abattus en arêtes de poisson, le couloir de débardage occupant la ligne centrale. les dommages au tronc et aux racines des arbres restant sur pied doivent être évités au moyen de mesures spéciales: matelassage avec des branches, emploi de glissières, etc.

Lits des torrents. Les bois abattus doivent être rapidement enlevés des lits des torrents et stockés sur des emplacements à l'abri des inondations.

Les coupes doivent être reboisées immédiatement (le sol doit être couvert rapidement) avec des plants adaptés à la station. Les plants doivent provenir de la même altitude que le terrain à reboiser.

7. REFERENCES

Arbeitsgemeinschaft für den Wald, 1977 — Waldwirtschaft, Verantwortung für die Zukunft. Separate print from Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen No. 7

Bundesministerium für Land- u. Forstwirtschaft, 1976 — Jahresbericht über die Forstwirtschaft, Vienna

Forstliche Bundesversuchsanstalt — Österr. Forstinventur 1961/70. Zehnjahresergebnisse für das Bundesgebiet. Österr. Agrarverlag, Vienna

Österr. Statistisches Zentralamt, 1966 — Kennst du Österreich. Österr. Bundesverlag

Pestal, E. 1975 — Holzernte und forstl. Wegebau im Gebirge. Allgem. Forstzeitung No. 7, Vienna

Pestal, E. 1975 — Die Kärntner Murenkatastrophe und ihre Lehren für den Forstwegebau. Allgem. Forstzeitung No. 23, Vienna

Tüchy, E. 1975 — The Forest Road in the Cultivated Landscape; its Function in Forest Production and in Non-Productive Areas. 1st FAO/Austria Training Course on Forest Roads and Harvesting in Mountainous Forests, FAO

Watschinger, E. 1977 — Wasser un Wald. Allgem. Forstzeitung No. 10. Vienna

LA CONSTRUCTION DES ROUTES FORESTIERES ENTRE LES FACTEURS ECONOMIQUES ET LA PROTECTION DE LA NATURE

par

Ernst Pestal

Universität für Bodenkultur 1/

1. INTRODUCTION

On n'a jamais construit autant de routes dans le monde, en aussi peu de temps qu'aujourd'hui. De puissantes machines de terrassement et des techniques rationnelles de forage et d'emploi des explosifs rendent la construction de routes avantageuses dans des régions qui, quelques décennies auparavant, étaient considérées comme impraticables.

Nous avons toutes les raisons de profiter de la technologie moderne étant donné que la situation économique mondiale n'a jamais été aussi favorable à l'ouverture des forêts à l'exploitation, et qu'il n'en sera plus de même dans le futur étant donné l'augmentation constante du coût de l'énergie. Comme les coûts de construction dépendent fortement du prix de l'énergie, nous ne pouvons être certains que dans 20 ou 30 ans nous pourrons construire les routes que nous ne construisons pas aujourd'hui. Si le prix des carburants et des explosifs croît plus vite que celui du bois, la construction des routes forestières reviendra de plus en plus cher.

Hautes montagnes, vallées profondes. Où il y a de la lumière, il y aura de l'ombre. Il était donc inévitable que le grand effort de construction des décennies passées ait entraîné des effets secondaires indésirables. Heureusement nous savons aujourd'hui ramener ces effets à un niveau acceptable.

Il s'ensuit que notre discussion actuelle sur la construction des routes forestières sera axée sur deux points controversables: rentabilité contre protection de l'environnement. Notre objectif est d'atteindre un compromis dans chaque cas particulier qui puisse satisfaire les deux.

2. CONSIDERATIONS ECONOMIQUES

Nous ne nous occuperons pas ici des aspects concernant la sylviculture ou la gestion mais seulement de la construction des routes du point de vue économique.

2.1 Economies grâce au tracé adapté à la topographie

La construction d'une route est économique si la somme des frais de construction et d'entretien est la plus faible possible. La première décision et la plus importante ayant un effet sur le coût est le choix du tracé. Quand 2000 ans auparavant les Romains construisaient leurs routes ils utilisaient un tracé géométrique, parce qu'ils avaient les soldats de leur armée permanente qu'il leur fallait occuper en temps de paix. Il n'y a pas aujourd'hui de justification à un tracé de route consistant en arcs de cercles reliés par des tangentes. Cette méthode non seulement nuit à la topographie naturelle mais augmente les coûts de construction sans nécessité - particulièrement dans les vallées étroites et sur les fortes pentes. Ni les lignes droites, ni les arcs de cercle ne se rencontrent dans la nature, et les courbes de niveau semblent toujours être des courbes libres (qui ressemblent toutefois souvent à des arcs à trois centres).

Plus la route suit de près la ligne de niveau, moins sera grand le préjudice à la statique de la montagne et à celle des cours d'eau, et plus la route se fondra dans le paysage. Adapter la route au terrain n'est évidemment plus possible si cela signifie ne pas atteindre un rayon de courbure minimum. Toutefois on peut éviter cela en vérifiant ce rayon de courbure au cours de la construction avec un décamètre.

1/ Université agricole et forestière, Vienne.

Dans la forêt-école de l'Université de Vienne le réseau routier couvre plus de 50 km mais, à l'exception de la section de route construite manuellement en 1938/39, pas une seule route ne comporte une courbe réellement en arc de cercle. Les courbes à trois centres ont parfois la réputation d'être dangereuses pour le trafic motorisé du fait que son grand rayon est réduit sur une courte distance puis redevient large à la sortie du virage. Toutefois, cela ne présente pas de danger mais est plutôt un avantage, car de cette façon le conducteur est obligé de réduire sa vitesse à 30-40 km/h. S'il dépasse cette vitesse il risque de manquer son virage. Et, soyons honnêtes, qui observe une limitation de vitesse s'il n'est pas obligé à le faire? La limitation de vitesse est la première condition pour diminuer le coût de l'entretien des routes.

Il faut également souligner que les touristes à pied n'aiment pas les routes forestières tracées géométriquement et préfèrent celles qui, comme les chemins de randonnées, s'accrochent aux pentes et suivent naturellement le terrain.

2.2 Economies dans la construction des routes de terre

Aux premiers jours de la construction mécanique révolutionnaire des routes forestière, les constructeurs étaient heureux lorsque le terrain favorable et les bonnes conditions du temps permettaient à un bon conducteur d'angledozer d'effectuer 300 m de plate-forme par jour. Si nécessaire, une mince couche de pierre concassée était ensuite étalée; de cette façon le coût d'un mètre linéaire de route forestière avec une plate-forme de 5 m de large et capable de supporter normalement les camions ne coûtait que 100 à 150 A.S. Toutefois, l'entretien par la suite revenait souvent à un prix exorbitant. Par conséquent, le terrassement mécanique est maintenant fait de manière à assurer le coût le plus bas possible pour l'entretien.

Actuellement, on demande au conducteur de l'angledozer de faire la plate-forme le plus possible sur le sous-sol. La pratique ancienne, consistant à enlever une couche relativement épaisse dès le premier passage, puis étaler le terrain meuble pour niveler les inévitables "planches à laver" qui se forment, demandait un empierrage supplémentaire. Aujourd'hui, le conducteur du tracteur à chenilles commence à l'angle supérieur du talus amont, enlevant petit à petit des couches de plus en plus minces au fur et à mesure qu'il progresse vers la plate-forme. Ici l'emploi de deux tracteurs est avantageux. La plate-forme est ébauchée par le gros tracteur qui enlève également les souches; le petit tracteur est employé à la finition.

2.2.1 Passes en escalier

La méthode précédente ne permet pas d'éviter le mélange de la terre végétale avec le sous-sol minéral; les remblais ne sont donc pas débarrassés des racines et des branches. Il se produit alors des affaissements petit à petit, nécessitant un nouveau nivellement, empierrage et roulage. La meilleure méthode pour éliminer la terre végétale, les racines et les branches de la plate-forme supportant la charge est le terrassement par passes en escalier.

Dans cette méthode, le tracteur commence à un niveau inférieur d'environ 1/2 m du futur niveau de la plate-forme, rejetant les matériaux mélangés avec la terre végétale et les racines vers l'aval. Dans une seconde passe la machine commence à environ 1/2 m au-dessus de la future plate-forme et rejette les matériaux sur la coupe précédente.

Lors d'une troisième passe, le tracteur pousse ces matériaux en aval avec les branches et les racines qui forment un enchevêtrement qui retient les matériaux roulant vers le bas. Dans une quatrième opération, la plate-forme est terrassée sur le sol minéral pratiquement pur. Cette méthode augmente le coût du terrassement d'environ 50 pour cent, mais la dépense supplémentaire est compensée par les économies d'empierrage et d'entretien.

Alors que dans le passé le terrassement était effectué à l'angledozer, on est passé aujourd'hui à l'emploi de "traxcavators". Ces machines non seulement enlèvent les matériaux sur les côtés mais aussi peuvent les transporter longitudinalement sur des distances jusqu'à 50 mètres. Ils causent ainsi moins de dommages au terrain, surtout sur les pentes les plus faibles, ce qui compense un coût plus élevé du terrassement.

2.3 Economies par le forage de trous de mine

Avec les méthodes de construction de plus en plus évoluées, le forage de trous de mines joue un rôle d'importance croissante. On a mis au point une technique de construction des routes forestières en terrain rocheux qui a réduit les coûts, qui sont parfois plus bas que ceux de construction sur terrain normal. Quel est l'intérêt de construire une plate-forme bon marché sur le flysh 1/ s'il faut y déposer une couche de pierre concassée de 40 cm d'épaisseur? Sur terrain rocheux on peut construire par tous les temps, même en hiver. Normalement il suffit d'une couche mince de pierre concassée et dans certains cas il n'en faut même pas, et les frais d'entretien sont réduits au minimum.

La méthode la moins coûteuse de construction en terrain rocheux est celle des forages profonds parallèles à l'axe de la route. Comme le trou de mine atteint 10 à 15 m, on peut ouvrir à l'explosif jusqu'à 60 m de route par jour en employant deux travailleurs et deux machines. Les débris des explosions toutefois peuvent s'accumuler sur le talus aval, ce qui soulève des protestations de la part des conservationnistes et des promeneurs en forêt.

Cette méthode de construction à l'explosif ne peut être employée que dans le cas où les débris rocheux ne gênent pas le propriétaire de la forêt et ne sont pas visibles du public.

2.3.1 Explosion fractionnée

L'année dernière on est arrivé à une importante amélioration de la méthode décrite ci-dessus. Comme précédemment, on fore un trou de 10 à 15 m de profondeur et de 80 mm de diamètre environ. Après avoir fixé le détonateur, la charge frontale est placée au fond du trou. La charge suivante, qui normalement consiste en un tiers ou un quart de cartouche de donarite 1 gélatine, calibre 60 x 700, est placée à 1 m ou 1,25 m dans le trou, laissant ainsi un espace vide. Seule la bouche du forage est soigneusement fermée et bourrée.

Lors de la mise à feu, le forage entier est rempli de gaz très comprimé et détonant. Quand la pression dépasse la limite critique, la première charge détone sur toute la longueur du forage, mais les débris ne sont pas projetés très loin; la pression qui se développe rapidement à la mise à feu tombe rapidement lorsque la roche cède et de cette façon la force de l'explosion n'est pas très grande. Dans le meilleur des cas les débris restent sur la plate-forme à peu près comme une couche de forme.

Ce procédé, décrit comme "travail à l'explosif avec charge déployée et cavité intermédiaire" est également utilisé dans les mines lorsqu'on désire une explosion modérée.

L'explosion fractionnée ne peut être utilisée si le volume de matériel à faire sauter est très grand et si le trou de mine doit être entièrement chargé. On ne peut également pas l'employer si la roche varie en épaisseur et en résistance, car dans ce cas l'explosion ne fait sauter que le point le plus faible.

Cela montre que dans de nombreux cas le travail à l'explosif dans le rocher ne peut se faire en toute sécurité qu'en employant le forage vertical et la méthode de mise à feu à la milliseconde. Cette pratique provoque le minimum de dégâts et les débris étant de petite dimension ne roulent pas très loin.

Nous n'utilisons plus les compresseurs et les perforatrices à main mais des perforatrices hydrauliques montées sur des excavatrices. En Autriche, dans un effort d'humanisation du travail, nous ne laissons plus les ouvriers tenir leurs perforatrices à main pendant des semaines et des mois, car cela aboutit très souvent à endommager les disques intervertébraux et les articulations.

1/ Formation géologique spécifique en Autriche.

2.4 Travail à l'excavatrice

Il y a vingt ans, on pensait que le travail avec une excavatrice multiplierait par cinq ou par dix le coût de construction du mètre linéaire de route. On voit maintenant que ce n'est pas l'excavatrice qui fait monter les coûts mais plutôt la pratique courante d'employer un camion pour transporter les déblais le long de la route. Il est évident que d'avoir une file de camions en attente ainsi qu'une niveleuse au lieu du déchargement entraîne une augmentation des frais de construction disproportionnée.

On a adopté récemment une nouvelle méthode: le travail de l'excavatrice n'est plus associé au transport de matériaux le long de la plate-forme, et de cette façon les excavatrices peuvent être employées avec profit pour la construction des routes aussi bien sur terre que dans le rocher. Au début on utilisait une niveleuse car il n'était pas possible à l'excavatrice de faire une plate-forme plane - mais il y a deux ans seulement, un conducteur a réussi à faire une plate-forme correcte en travaillant en long et en travers de la route. Cependant les excavatrices sont utilisées de plus en plus pour construire les plates-formes. De cette façon il est possible maintenant de construire des routes forestières à des coûts acceptables et avec le minimum de dommages à la forêt, même sur des pentes atteignant 80 pour cent. Dans ce dernier cas, l'excavatrice empile les débris d'explosion sur le talus aval en formant un mur de pierre sèche qui réduit au minimum les dommages causés par les matériaux qui roulent et par les amoncellements de débris.

3. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

La pierre placée sur cette table enrobée dans un bloc de résine synthétique provient de la Via Egnatia qui est la route la plus ancienne connue recouverte de pierres. Le Roi Philippe, père d'Alexandre le Grand, avait construit cette route pour relier Thessalonique à Neapolis, aujourd'hui Kavala. Les armées d'Alexandre marchèrent sur cette route vers l'est où elles bâtirent un empire s'étendant du Nil jusqu'à l'Indus. 1 500 ans plus tard les armées turques marchèrent vers l'ouest et conquirent un empire qui a duré plus que celui d'Alexandre.

Cet exemple montre que la construction de routes permet le mouvement des peuples et des biens. Dès qu'une route est terminée, son constructeur n'a plus aucun contrôle sur ce qui y circule dans les deux sens. De plus, les routes ont normalement une vie illimitée.

Aussi longtemps que le professeur Sklavounos a professé le génie forestier à l'Université de Thessalie, il a banni toute construction de route de la forêt-école, prétextant qu'il ne fallait pas laisser pénétrer de route dans la forêt sinon cette dernière disparaissait. Ceci était la leçon de 4 000 ans d'histoire grecque qui avait montré que la forêt ne subsistait que lorsqu'elle était inaccessible.

Au vu de cette expérience, je fais appel à vous pour vérifier dans chaque cas particulier avant de construire une route si la forêt pourra être efficacement protégée par la suite contre une surexploitation et même contre sa destruction. La législation seule ne suffit pas. Très souvent l'habitude ou la détresse poussent les gens à ignorer les interdictions, provoquant ainsi des dommages irréversibles.

Partout dans le monde, mais particulièrement dans les forêts humides tropicales, nous voyons des exemples alarmants de dévastation de forêts qui a été précédée par la construction d'une route. Bien sûr ce n'est pas toujours une route forestière mais une route publique qui a amené cette dévastation; mais son effet est le même.

Il y a déjà quelques milliers d'années, l'homme a transformé en déserts de grandes étendues de forêts, comme dans la région méditerranéenne ou en Chine, par exemple. Aujourd'hui l'homme a multiplié sa force grâce aux machines; malheureusement elles ne sont pas toujours employées pour le bien. C'est notre tâche de diagnostiquer une situation à temps; aussi longtemps qu'un projet de développement présente un risque pour l'existence de la forêt, le point de vue du professeur grec est justifié.

LE PROJET D'INVENTAIRE DES ROUTES FORESTIERES ET SON EFFET SUR LES MESURES DE FINANCEMENT ET DE PLANIFICATION

par

Erich Neuberger

Bundesministerium für Land-u. Forstwirstschaft 1/

Ce document tente de décrire la situation en Autriche et la manière dont nous construisons nos routes forestières et vous pouvez le considérer comme une incitation à rechercher les meilleures solutions à des problèmes similaires.

L'Autriche est un pays ayant des forêts publiques et privées distribuées entre 250 000 propriétaires. La plus grande partie, environ 54 pour cent, possède jusqu'à 200 ha, 30 pour cent plus de 200 ha et 16 pour cent des forêts sont propriété de l'Etat. Ces chiffres sont tirés de l'inventaire forestier de 1961-70. Le même document cite une surface totale de 3 705 469 ha.

Les exigences de la période d'après-guerre et une certaine pénurie de personnel ont amené les propriétaires et diverses autorités à ouvrir à l'exploitation les forêts disponibles. Le facteur décisif de tous ces projets était le besoin en bois de constructionet d'industrie. A l'aide des résultats du premier inventaire on prépara des rapports sur le degré de mise en exploitation des forêts d'Autriche. Ces rapports furent utilisés pour les développements qui suivirent.

Cette récolte de données essentielles, dont la théorie fut l'oeuvre du savant français Buffon, commença en 1966, et est toujours en cours. Le calcul de la longueur de routes et la densité du réseau forestier est basé sur le nombre d'embranchements et sur l'influence qu'une certaine section de forêt exerce sur la route.

Les directives de travail données au personnel de l'enquête contenaient les critères suivants:

- détermination de l'altitude par échelons de 300 m;
- spécifications selon les pistes ou routes publiques;
  coopératives, transports et routes forestières avec droit d'usage privé ou public;
  pistes ou routes privées propriété de particuliers isolés;
- détermination de la largeur des routes: 2 - 3 m / 3 - 5 m / 5 m et plus — routes ou pistes pour camions ou véhicules de transport de bois
- détermination du revêtement: non renforcé
  couche de renforcement (gravier compacté et stabilisé)
  couche de renforcement et couche de roulement (macadamisé ou en béton)

Les données sur les longueurs de routes sont tirées des dernières évaluations fournies par les résultats de l'inventaire 1971-75. Les données sur les produits et la production sont tirées de l'inventaire 1961-70.

1/ Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts, Vienne.

L'enquête a donné les résultats suivants:

Routes accessibles aux camions

Les chiffres suivants concernent les longueurs de routes et les densités des réseaux routiers pour les forêts en pleine production et pour les forêts de protection productives:

Types de forêt	Longueur de routes km	%	Densité du réseau mètres linéaires/ha
Forêt en pleine production	91 410	96,6	33,3
Forêts de protection productives	3 237	3,4	8,6
Total des forêts productives	94 647	100,0	30,3

On voit que la densité des routes accessibles aux camions dans les forêts en pleine production est à peu près quatre fois supérieure à celle existant dans les forêts de protection productives. La longueur de routes pour les forêts de protection en production donnée en pourcentage n'est que de 3,4 contre 21,1 pour cent de la superficie pour les forêts de production.

1. TYPES DE PROPRIETE

Les données selon les types de propriété viennent de l'inventaire forestier pour les forêts en pleine production:

Types de forêt	Longueur de routes km	%	Densité du réseau mètres linéaires/ha
Petites forêts	61 682	67,5	37,1
Entreprises forestières	22 273	24,4	29,7
Forêts d'Etat	7 454	8,1	22,3

Les entreprises forestières et les forêts d'Etat ont un réseau routier d'une densité plus faible, ce qui s'explique par le fait que les routes des entreprises et de l'Etat sont dans de grandes forêts et servent surtout à la pénétration des massifs. Dans les petites forêts, le réseau public et les routes destinées aux transports agricoles contribuent à augmenter la densité du réseau. La définition des forêts en pleine production telle qu'elle est donnée par l'inventaire forestier diffère légèrement de celle donnée par l'entreprise forestière de l'Etat autrichien.

Dans les forêts de protection en production la faible densité de 7,0 à 9,5 mètres linéaires par hectare est suffisante.

2. ALTITUDES

Forêts en pleine production

Altitude au-dessus du niveau de la mer	Dimension superficie, ha	Longueur de routes km	%	Densité mètres linéaires/ha
jusqu'à 900 m	1 549 864	57 525	62,9	37,1
jusqu'à 1 200 m	608 758	20 788	22,8	34,1
au-dessus de 1 200 m	589 480	13 097	14,3	22,2

La densité du réseau routier dans les forêts en pleine production décroît rapidement avec l'élévation de l'altitude. La densité du réseau pour les altitudes jusqu'à 1 200 m est de 91,9 pour cent de celle du niveau inférieur; pour les altitudes supérieures à 1 200 m, elle n'est que de 59,8.

Dans le tableau suivant la distribution des forêts et leur superficie est comparée avec la production et les abattages tels que fournis par l'inventaire des bois sur pied et la distribution des longueurs de routes.

Altitude au-dessus du niveau de la mer	Superficie des forêts %	Production totale %	Abattages %	Longueur de routes %
jusqu'à 900 m	56,4	52,9	59,0	62,9
jusqu'à 1 200 m	22,2	23,5	22,6	22,8
au-dessus de 1 200 m	21,4	23,6	18,4	14,3

Cette comparaison confirme que la densité du réseau routier diminue avec l'augmentation de l'altitude. Elle montre que la distribution des longueurs de routes selon les trois altitudes ne correspond pas mais, au contraire, diffère grandement des pourcentages correspondants de superficies et de production. Avec 62,9 pour cent le pourcentage de longueur de routes jusqu'à 900 m est beaucoup plus élevé que le pourcentage de la production. Le pourcentage de longueur de routes de 14,3 pour cent en altitude au-dessus de 1 200 m est plus bas mais d'autre part le pourcentage de production est à peu près le même.

La distribution des chiffres d'abattage selon les différentes altitudes se situe en gros entre ceux de la production et ceux de longueur de routes. Les pourcentages d'abattages sont néanmoins supérieurs à ceux des longueurs de routes en haute altitude, ce qui signifie que la pénétration reste loin derrière les activités d'abattages réels. Les figures des abattages sont plus élevées à basse altitude et plus faibles en haute altitude.

Forêt de protection en production

Altitude au-dessus du niveau de la mer	Dimension de la forêt superficie, ha	Longueur de routes km	Longueur de routes %	Densité du réseau routier mètres linéaires/ha
jusqu'à 900 m	54 518	624	19,3	11,4
jusqu'à 1 200 m	69 438	653	20,2	9,4
au-dessus de 1 200 m	250 547	1 960	60,5	7,8

Ici la diminution de la densité du réseau routier lorsque l'altitude croît est beaucoup plus grande que dans les forêts en pleine production.

Distribution des superficies forestières, de la superficie des forêts, de la production et de la longueur de routes à différentes altitudes

Altitude au-dessus du niveau de la mer	Superficie des forêts %	Production totale %	Longueur de routes %
jusqu'à 900 m	14,6	14,8	19,3
jusqu'à 1 200 m	18,5	21,6	20,2
au-dessus de 1 200 m	66,9	63,6	60,5

Le pourcentage de longueur de routes dans les forêts de protection aux altitudes jusqu'à 900 m est 1,3 fois plus élevé que le pourcentage de production; pour les altitudes au-dessus de 1 200 m il ne représente que 95 pour cent du pourcentage de la production et 90 pour cent du pourcentage de la superficie.

3. CARACTERISTIQUES DES ROUTES

Types de routes	Forêts en pleine production Longueur totale de routes km	%
publique	29 728	32,5
coopérative	38 132	41,7
privée	23 550	25,8
	91 410	100,0

De toutes les routes desservant les forêts de pleine production, environ un tiers sont publiques, un peu moins d'un quart sont privées et appartiennent aux propriétaires particuliers et enfin le reste, soit 42 pour cent sont des routes construites en coopération.

Forêts en pleine production

Types de routes	Petites forêts Longueur de routes		Entreprises forestières Longueur de routes		Forêts d'Etat Longueur de routes	
	km	%	km	%	km	%
publique	24 738	40,1	3 564	16,0	1 425	19,1
coopérative	33 262	53,9	3 801	17,1	1 069	14,3
privée	3 683	6,0	14 908	66,9	4 960	66,6
	61 683	100,0	22 273	100,0	7 454	100,0

4. LARGEUR DES ROUTES

Largeur des routes	Forêts de pleine production Longueur totale de routes km	%
2 à 3 m	51 585	56,4
3 à 5 m	32 846	35,9
5 m et plus	6 979	7,7
	91 410	100,0

Forêts de pleine production

Largeur de routes	Petites forêts Longueur de routes		Entreprises forestières Longueur de routes		Forêts d'Etat Longueur de routes	
	km	%	km	%	km	%
2 à 3 m	35 043	56,8	12 206	54,8	4 336	58,2
3 à 5 m	21 828	35,4	8 375	37,6	2 643	35,4
5 m et plus	4 811	7,8	1 693	7,6	475	6,4
	61 682	100,0	22 274	100,0	7 454	100,0

Le pourcentage de routes ayant une chaussée de 2 à 3 m de large dans les entreprises forestières n'est que légèrement inférieur à celui des petites forêts.

De ces données recueillies dans toutes les forêts autrichiennes on peut également tirer des chiffres pour les provinces ou pour les communautés. Toutefois, pour les calculs concernant les petites communautés, la marge d'erreur est relativement grande et le résultat ne peut être considéré comme précis. Il ne s'agit, pour ces petites unités, que d'une indication de la tendance vers l'objectif fixé ou s'en éloignant.

Lorsque les premières opérations de pénétration commencèrent en 1948, l'objectif prévu était fixé à 20 m de route par hectare (moyenne pour la surface totale de l'Autriche). Les résultats exposés précédemment ont conduit à une révision des objectifs qui fut faite lors d'un séminaire au printemps de 1977.

En 1975, une nouvelle loi forestière fut adoptée qui, entre autres choses, prévoit la promotion de la foresterie en général. Les secteurs particuliers pour lesquels cette promotion doit s'exercer sont clairement définis et la construction de routes forestières en fait partie. La subvention maximum atteint 45 pour cent. En haute altitude, c'est-à-dire au-dessus de 1 200 m, le réseau routier est moins important mais la production est bien au-dessus de la moyenne. Afin de stimuler la pénétration des futaies, le Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts a publié des directives spécifiant que la subvention de 45 pour cent prévue dans la loi n'est accordée que pour les routes au-dessus de 1 200 m. Les routes en dessous de ce niveau ne sont financées qu'à raison de 30 pour cent de leur coût total. Cette subvention de l'Etat n'est accordée que si le demandeur est qualifié pour mener le projet à bien et qu'il n'a pas lui-même les moyens financiers nécessaires.

Une autre forme de promotion est l'octroi d'allocations pour les intérêts. Elles sont payées sur le budget fédéral et aident à régler les intérêts des prêts pour les investissements en agriculture qui sont accordés par les banques selon un contrat spécial passé avec le ministère fédéral. Cette subvention complète le taux d'intérêt de sorte que le bénéficiaire ne paie qu'un taux de 5 pour cent. Ces prêts sont limités à 10 ans et leur montant ne peut dépasser 60 pour cent du total de la dépense. Dans les cas exceptionnels, tels que les désastres causés par la neige, les subventions peuvent être accordées selon toutes sortes de combinaisons mais le demandeur doit payer 20 pour cent de sa propre poche.

Pour les gros propriétaires forestiers - au moins 200 ha - les crédits sont accordés sur les fonds de l'ERP 1/. Ce fonds avait été créé par le Gouvernement des Etats-Unis d'Amérique pour la reconstruction de l'Europe après la seconde guerre mondiale. Ce fonds est passé sous administration autrichienne après 1955. Selon ce plan, des prêts allant jusqu'à 70 pour cent du coût total de la production sont accordés à un taux d'intérêt de 3 pour cent. Le délai de ces prêts est de 15 ans. Le plan prévoit également des subventions pour l'achat de machines employées dans l'exploitation forestière telles que camions, écorceuses, etc. Les délais pour ces prêts sont de 5 ans et le taux d'intérêt est de 5 pour cent.

Comme on a pu le voir d'après les chiffres cités, l'Autriche a déjà un réseau de base de routes de pénétration. Toutefois, ce réseau mérite d'être amélioré en ce qui concerne la densité et l'altitude. Les dommages causés au paysage par l'ouverture de nouvelles routes seront remarqués par le public bien davantage qu'autrefois. Il s'agit de prendre les mesures préventives pour réduire ces dommages au minimum et les objectifs de pénétration doivent être révisés. En avril 1977 s'est tenu un séminaire, au centre de formation forestière de Gmunden, ayant pour but l'étude de la pénétration des forêts eu égard à l'intérêt du public.

Lorsqu'il pénètre sur un terrain difficile ou dans une forêt de protection, le forestier responsable de la planification et de la construction de routes sera de plus en plus critiqué par l'opinion publique. Les routes forestières sont cependant nécessaires à une gestion attentive et à la préservation des forêts. Les routes peuvent être complétées

1/ Programme européen de relèvement.

par des téléphériques, mais ne peuvent être supprimées. Afin de trouver une réponse uniforme à ces problèmes, le Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts avait invité à ce séminaire des représentants à des niveaux administratifs divers des autorités forestières et des Chambres d'agriculture, les associations pour l'environnement, l'entreprise forestière d'Etat, l'institut de recherche forestière, l'office de protection contre les avalanches et de correction de torrents, les entreprises forestières privées et les associations d'ingénieurs, plusieurs experts en sylviculture, protection des forêts et technologie forestière.

Après deux conférences d'introduction, la première communiquant les conclusions des experts de la conservation de la nature, et la seconde celles des experts en technologie forestière, quatre groupes d'études furent formés afin de discuter les réponses à un questionnaire. Le premier groupe représentait le point de vue des techniques forestières, le second celui des entreprises forestières privées, le troisième celui de la sylviculture et le dernier celui des autorités forestières.

Les discussions des groupes furent résumées et portées à la connaissance des autres participants par des rapporteurs. Les résultats obtenus par les groupes furent à nouveau discutés et les conclusions suivantes furent adoptées:

Contrairement à ce qui s'est fait dans le passé, la densité d'un réseau routier pour l'ensemble du pays ne doit pas être déterminée au début d'un programme de pénétration des forêts. Il doit être adapté à la structure et au type de propriété. Pour l'Entreprise forestière d'Etat, une densité de 25 m à l'hectare a été recommandée afin de maintenir des prix de transport bas. Etant donné le degré élevé de mécanisation des entreprises forestières privées, la densité recommandée a été de 30 à 35 m/ha afin de s'harmoniser avec le niveau de cette mécanisation. En ce qui concerne ces derniers chiffres, le représentant de l'office de protection contre les avalanches et de correction des torrents s'est montré sceptique étant d'avis que selon le type de couche de fondation les chantiers de construction peuvent avoir un effet négatif sur les statistiques d'érosion.

En raison d'un niveau de mécanisation qui s'élève, les activités de planification ont été rationalisées et simplifiées. Cela n'a pas toujours été pour le mieux. Etant donné que la tendance générale est pour un meilleur travail au prix le plus bas, la qualité de la planification devra être améliorée dans certains cas, et, pour des projets difficiles, il faudra établir des plans généraux et d'autres détaillés. Les défauts de construction dus à un travail préparatoire insuffisant devront être évités à l'avenir.

Les jeunes forestiers devront être formés au moyen de cours et de séminaires avant de travailler à des projets de routes. La plantation des talus devra intervenir aussitôt que possible, non seulement pour le coup d'oeil mais aussi pour le renforcement du talus qui a un effet positif sur la qualité de la route. Les embranchements des sentiers de randonnées doivent être situés sur les routes forestières. Pour atteindre les objectifs généraux de la pénétration des forêts, il faut s'efforcer de rechercher la meilleure combinaison possible de routes et de téléphériques.

Dans tous les groupes s'est manifesté un assentiment général pour que, dans un pays peuplé comme l'Autriche, les relations publiques soient intensifiées et que pour ce faire tous les moyens disponibles soient utilisés. Le public en général a besoin d'être informé sur tous les objectifs et les exigences de la foresterie de manière à ce que, lorsque certaines mesures doivent être prises, on puisse attendre de celui-ci perspicacité et compréhension.

Au stade de la planification, la comparaison de divers tracés possibles est très importante pour obtenir le plus grand succès aux moindres frais et le minimum de dommages au paysage. Il faut prendre en considération les places de stationnement et les terrains de jeux de façon à ce que le visiteur ne soit pas perdu. Cela représente des frais supplémentaires pour les forêts privées. Leurs représentants ont exprimé le souhait que cette augmentation du coût de construction des routes destinée à rendre l'environnement plus attrayant soit prise en charge par le public. Il faut continuellement essayer d'obtenir la coopération de divers propriétaires pour des projets de routes forestières. Une telle entreprise entraîne souvent moins de frais et répond mieux aux besoins. C'est également l'intérêt des pouvoirs publics en raison de la plus grande efficacité qu'il faut en attendre.

Les propriétaires privés caressent l'espoir, compréhensible, que la promotion ne sera pas différente selon les divers types de propriété et qu'ils devraient recevoir les crédits et les subventions appropriés. Leurs préoccupations se comprennent car l'aide dépendra en grande partie, non seulement de la situation financière de l'Etat mais aussi de la compréhension du public pour la foresterie et pour ses réalisations. Etant donné que le public est souvent au courant de la construction de routes forestières et que d'autre part l'intérêt de la pénétration de nos forêts ne fait pas de doute, le groupe des propriétaires privés a souligné l'espoir que les relations publiques se concentrent à l'avenir sur l'utilité et la portée nationale de tels projets. Il n'y a pas que le propriétaire qui profite de sa forêt mais également plusieurs milliers d'employés autrichiens. Ils gagnent leur vie grâce à leur travail qui est directement ou indirectement garanti par la forêt. Par conséquent, la foresterie mérite l'intérêt de toute la nation.

Les points suivants ont été soulevés par le groupe de la sylviculture:

Plus l'altitude atteinte par les projets de pénétration est élevée, plus ils sont évidents pour le public en général. Les experts en sylviculture accueillent favorablement la construction de routes car ce n'est que par ce moyen que l'on peut protéger la forêt et effectuer les éclaircies nécessaires; les coupes à blanc peuvent être diminuées et le bois récolté par de puissantes machines peut être débardé et façonné plus facilement (cela est regardé comme un avantage surtout par les experts de la protection des forêts).

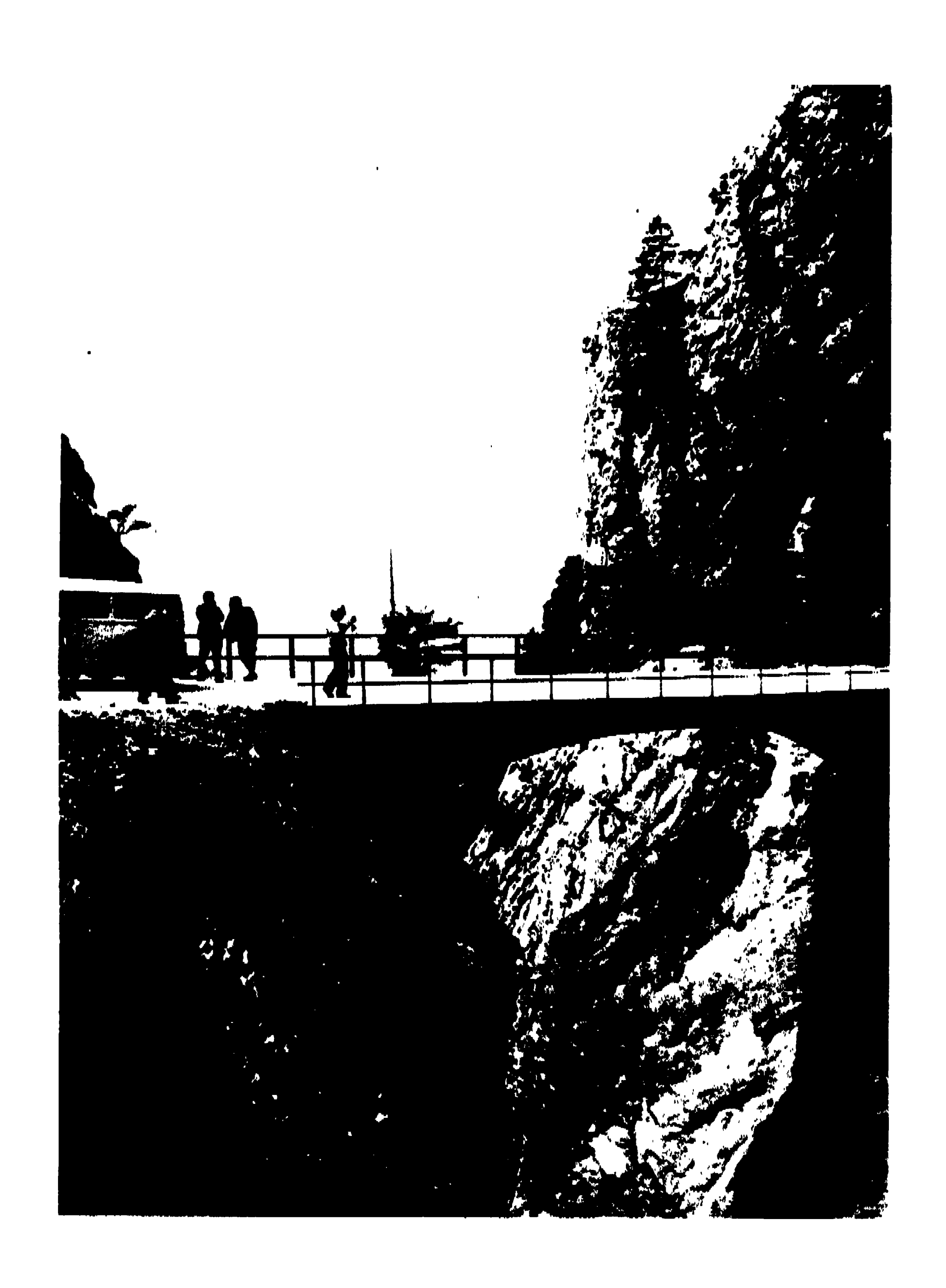
Les représentants de la correction des torrents ont pu faire des observations aussi bien en faveur que contre la construction de routes. Les aspects positifs sont une meilleure accessibilité du terrain et les avantages du point de vue hydrologique de la diminution des coupes à blanc. Les aspects négatifs sont les glissements de terrain dus à un écoulement insuffisant des eaux et, par voie de conséquence, de nouveaux points d'érosion.

Le groupe des experts en sylviculture et en protection des forêts ont déclaré que la construction des routes doit se faire en accord avec les principes de rentabilité. Les mesures dont le coût excède cette rentabilité doivent être prises en charge par les parties intéressées (ces parties intéressées peuvent inclure les personnes vivant du tourisme ou qui s'y intéressent et toutes les autres personnes qui profitent des routes forestières).

En ce qui concerne la législation, l'opinion générale a estimé que les bases légales pour la construction correcte des routes étaient suffisantes. Il est indispensable de montrer de la bonne volonté à mettre constamment en application les dispositions légales, aussi bien de la part des autorités que de celle des propriétaires forestiers.

Une importance particulière a été attribuée au contrôle soigneux de la construction. Dans ce domaine les résultats économiques doivent s'harmoniser avec les effets sur l'écologie; les routes forestières doivent aller de pair avec la nature et le paysage; les limites du terrain doivent être respectées. Le maintien des coûts au minimum ne peut être un objectif exclusif pour des projets de grande portée. Les mesures de sécurité font partie de la construction, ce qui justifie pleinement sa subvention.

Dans cette tentative pour exposer les activités de pénétration de la forêt telles qu'elles sont exécutées actuellement en Autriche, nous espérons que les participants trouveront les bases de solutions satisfaisantes aux problèmes semblables qu'ils rencontreront dans leur propre pays.



Les techniques modernes de construction des routes forestières permettent l'accès à des zones de forêts situées sur terrain difficile (Photo: R. Heinrich)

PRINCIPES GENERAUX DE PLANIFICATION D'UN RESEAU DE ROUTES FORESTIERES

par

Otto Sedlak

Forsttechnische Abteilung, Amt der
Oberosterreichischen Landesregierung 1/

1. INTRODUCTION

Les routes forestières utilisables par les camions sont devenues au cours des dernières décennies la base de la gestion des forêts tout autour du monde. Etant donné que ces routes sont les éléments permanents d'un système moderne de transports forestiers, beaucoup de soins doivent être apportés à la planification et à la préparation.

De très larges différences dans les conditions locales ne permettent pas des caractéristiques communes pour les normes et l'espacement. Nous allons donc essayer dans ce chapitre d'expliquer les termes et décrire les procédures de reconnaissance en général.

Le réseau routier est étudié en gardant à l'esprit les méthodes de débardage en vue ou souhaitées afin d'obtenir un système de transport économique avec le minimum de frais pour tout l'ensemble. Les principes de gestion des ressources forestières pour leur utilisation multiple et la protection de l'environnement sont pris en considération dans les plans.

Le principe fondamental à observer est le suivant: planifier du général au particulier. Par conséquent la planification générale du développement des routes forestières constitue le cadre des projets détaillés.

Un plan général du système de transports forestiers, y compris le réseau routier n'est normalement établi que pour une large zone. La dimension minimum est d'environ 500 ha pour des forêts gérées intensivement dans les montagnes d'Europe centrale.

Il n'existe pas d'autres activités en foresterie où les erreurs sont aussi irréversibles et permanentes que dans la planification des routes forestières. Par conséquent, de nombreuses variantes des routes possibles doivent être prises en considération par des spécialistes qualifiés et expérimentés. Une étroite collaboration avec le personnel local, qui connaît les particularités de la zone est indispensable.

2. DEFINITION DES TERMES

2.1 Développement extérieur et intérieur

Routes d'accès: elles relient une zone de forêt au réseau routier public, pénétrant donc cette zone de l'extérieur. Leur première fonction est d'assurer une liaison longitudinale extérieure entre la forêt et le système routier public. Ces routes sont généralement situées sur des terres non forestières et relient les points de contrôle selon la distance la plus courte possible. En Europe, la plupart de ces routes d'accès sont déjà construites et sont des routes publiques.

La fonction principale d'un réseau de routes forestières est de développer la forêt intérieurement.

1/ Division des techniques forestières, Service forestier de Haute-Autriche.

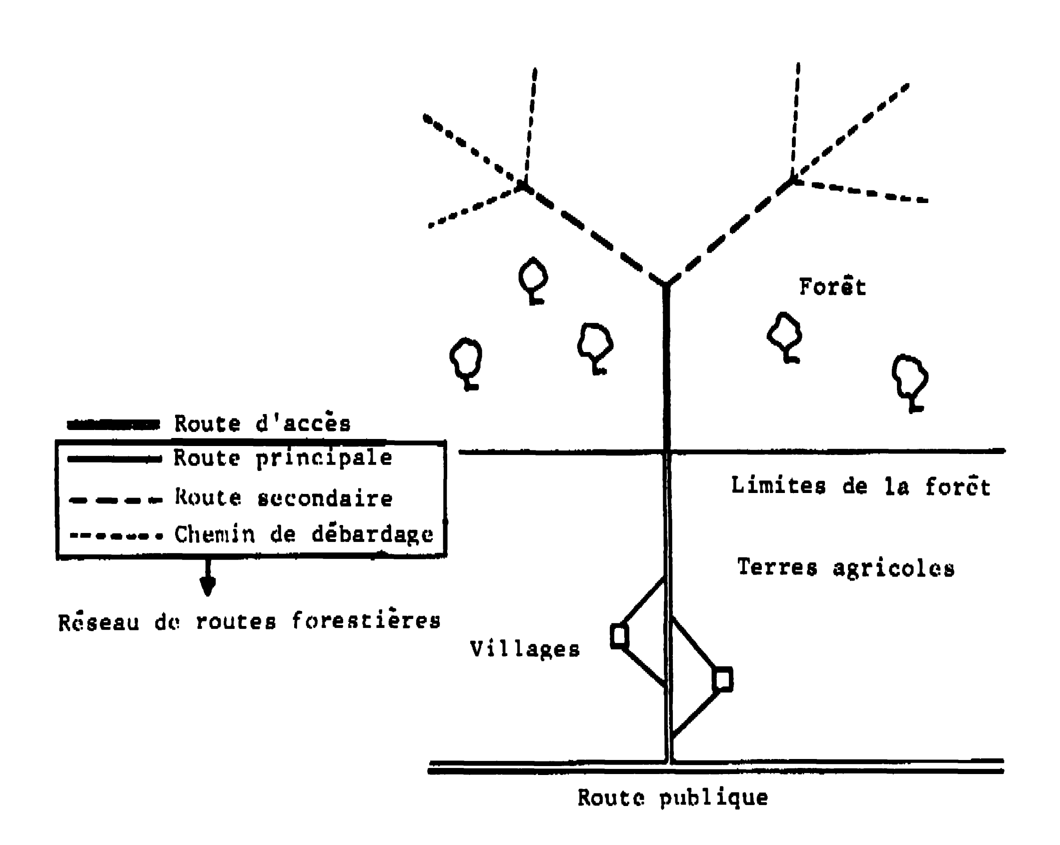


Fig. 1 - Schéma de développement d'un réseau de routes forestières

2.2 Normes des routes

Routes "A" (routes d'accès et routes forestières principales)

Ces routes sont destinées à la liaison et à l'exploitation. Elles ont des normes relativement élevées et sont utilisables par les camions tout au long de l'année. En Europe elles sont généralement à une seule voie, alors que dans les pays tropicaux elles comportent fréquemment deux voies. Les revêtements bitumineux ne sont employés que lorsque le trafic est dense.

Routes "B" (routes secondaires ou auxiliaires, routes de service)

Elles subdivisent la forêt en secteurs de débardage et assurent la liaison entre les chantiers et la route principale. Elles ont des normes de construction moins élevées et ne sont utilisables par les camions que lorsque les conditions de temps sont favorables.

Routes "C" (pistes ou chemins de débardage, épis routiers)

Ces pistes assurent la liason entre le lieu d'abattage et le chantier. Elles n'ont pas de revêtement et ne sont utilisables que par les engins de débardage.

EXEMPLE DE CLASSIFICATION DE ROUTES FORESTIERES EN AUTRICHE

Spécifications	Type de route forestière		
	Route "A" route principale	Route "B" route secondaire	Route "C" chemin de débardage
Largeur de la forme b (m)	5,0 - 5,5	4,5 - 5,0	3,0 - 4,0
Largeur de la chaussée f (m)	3,5 - 4,0	3,0 - 3,5	-
Déclivité maximum g_{max} (%)	9	10 (12)	12 (16)
Déclivité minimum g_{min} (%)	2 - 3	2 - 3	3 - 4
Déclivité maximum dans le sens adverse g' (%)	6	8	10
Pression maximum des pneus P (t)	5 (7)	5 (7)	1 (1,5)

EXEMPLE DE CLASSIFICATION DE ROUTES FORESTIERES EN FORET TROPICALE HUMIDE
(Heinrich, 1975)

Route	Utilisation	Largeur de la route: chaussée y compris les accotements en m 1/	Largeur de la chaussée en m 1/	Rayon minimum des courbes en m	Déclivité maximum en %	Charges de camions par jour	Vitesse de trafic km/h	Coût estimé $ E.-U. par m
Route d'accès	Pick-up camions permanente	9-12	7-10	50	6 (8) 2/	plus de 50	50-60	10-15
Route principale	Pick-up camions permanente	8-10	6-8	30	8 (10) 2/	jusqu'à 50	25-40	7-10
Route secondaire	Pick-up camions temporaire	6-8	5-6	20	10 (12) 3/	jusqu'à 6	15-25	1-7
Chemin de débardage	Débardeur à roues, tracteurs à roues, tracteurs à chenilles		3,5-4,5					0,3-1
Piste de débardage	Tracteurs à chenilles		3,5-4,5					0,05-0,1

1/ En terrain accidenté ou difficile les largeurs indiquées peuvent être considérablement réduites.

2/ La déclivité maximum en terrain accidenté ou difficile pour les camions à vide roulant vers l'amont.

3/ Déclivité maximum en terrain accidenté ou difficile sur de courtes distances.

2.3 Espacement des routes, densité et distance de débardage

Espacement des routes (RS). C'est la distance moyenne horizontale en m (mètres) entre les routes d'un réseau de routes forestières (sans les chemins de débardage).

Densité des routes (RD). C'est la longueur moyenne de routes par hectare en m/ha (mètres par hectare) d'un réseau de routes forestières.

Les deux termes sont définis par la simple formule suivante:

$$RS\ (m) = \frac{10\ 000}{RD} \qquad \text{et} \qquad RD\ (m/ha) = \frac{10\ 000}{RS}$$

Distance de débardage (s). C'est la valeur moyenne de la distance théorique de débardage, dépendant de l'espacement des routes, de la topographie et des techniques de débardage employées.

La densité des routes et la distance de débardage peuvent également être évaluées au moyen d'un coefficient d'"efficacité de la route"; voir Segebaden (FAO):

$$RD\ (m/ha) = \frac{a}{s\ (km)} \qquad \text{et} \qquad s\ (km) = \frac{a}{RD\ (m/ha)}$$

a = coefficient d'efficacité des routes: normalement entre 5 et 9

4-5 pour terrain plat

5-7 pour terrain montagneux

7-9 pour terrain accidenté

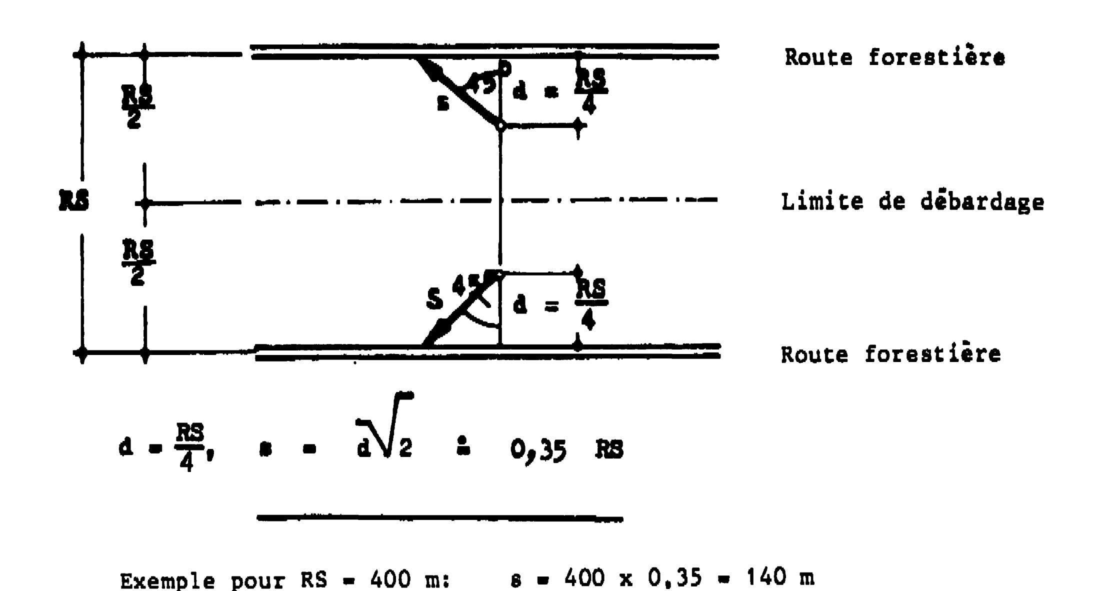
9 et au-dessus pour terrain très régulièrement accidenté.

s = distance moyenne de débardage (km)

La relation entre l'espacement des routes et la distance moyenne de débardage est expliquée dans les deux exemples suivants:

2.3.1 Exemple pour terrain plat

En pratique, la distance moyenne de débardage ne correspond pas à la distance de débardage la plus courte (d = RS/4). D'après Volkert, elle est approximativement de 20 à 30 pour cent plus longue. Pour un calcul rapide, il suffit de prendre un angle de 45 degrés entre la direction de débardage et la route forestière (voir Figure 2).



Exemple pour RS = 400 m: s = 400 x 0,35 = 140 m

Fig. 2 - Distance moyenne de débardage sur terrain plat

2.3.2 Exemple pour terrain montagneux

Les tracteurs à roues munis d'un treuil à l'arrière travaillent normalement sur des pentes pouvant atteindre 35 pour cent. Sur des terrains plus accidentés, il faut construire des pistes de débardage ou utiliser des méthodes de vidange par câble ou de tirage au sol en employant la gravité. Lorsqu'on calcule la distance réelle de débardage sur les fortes pentes, il faut prendre en considération la différence entre la longueur réelle de la pente et sa projection horizontale sur la carte.

Les exemples suivants (Figure 3) portent sur le débardage au treuil vers le haut et le débardage par gravité vers le bas.

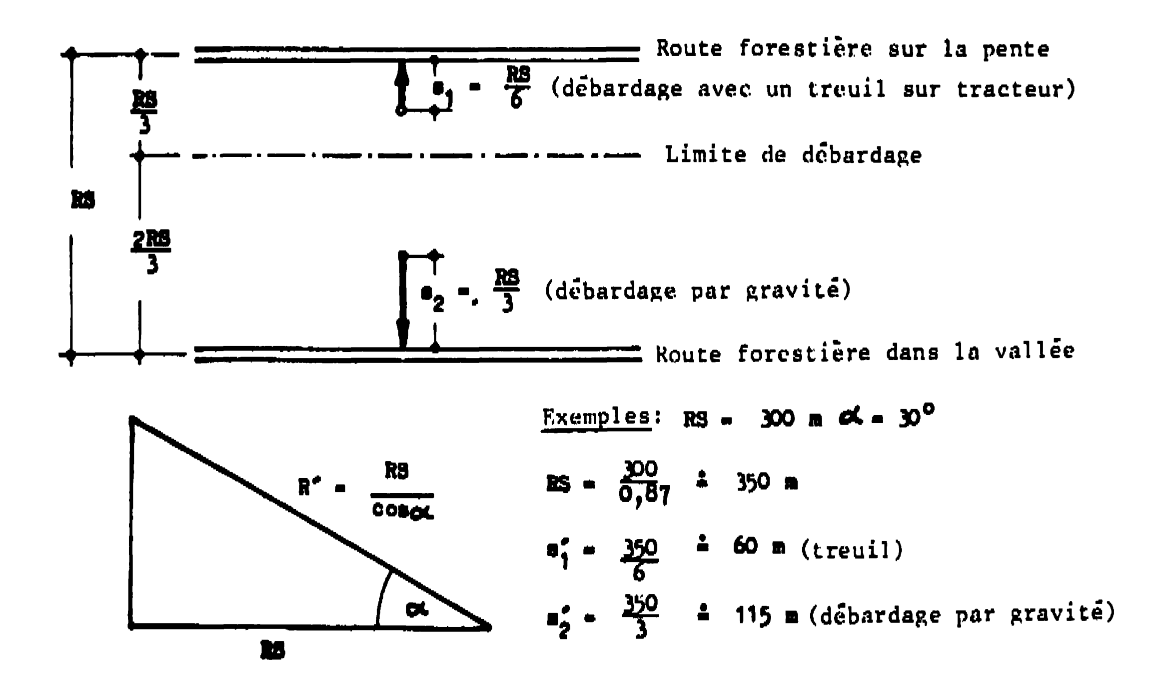


Fig. 3 - Distances moyennes de débardage sur les pentes d'une montagne pour débardage vers le haut et vers le bas

2.4 Densité appropriée des routes forestières

Le problème du choix de la densité correcte des routes forestières est important en théorie mais il est difficile à résoudre en pratique.

L'objectif principal de l'étude d'un système de transport d'une forêt est de trouver le réseau routier le plus facile à réaliser et le plus économique pour le moindre coût à long terme. A côté des frais de transport hors-route ou sur route qui sont étroitement interdépendants, il faut aussi prendre en considération les valeurs non monétaires dans le cas d'un aménagement de la forêt pour de multiples usages, et la protection de l'environnement. On a établi certains modèles soit par la méthode d'analyse coût-efficacité soit par simulation avec un ordinateur. Mais aucun de ces essais n'est vraiment compatible avec la réalisation pratique.

De nombreuses méthodes par approximation ont été essayées afin d'estimer des équivalents réalisables de densité des routes et d'espacement.

Les facteurs les plus importants pour comparer les coûts des transports sont:

quantité moyenne annuelle de bois récolté par hectare

coût moyen par hectare du débardage

coût moyen des routes par hectare (y compris construction et entretien).

Ces coûts peuvent être utilisés pour calculer le prix de revient du transport sur des réseaux de différentes densités afin de trouver le point du coût total le plus bas.

La Figure 4 montre la relation générale entre le coût des routes, le coût du débardage et le coût total (courbe de la somme).

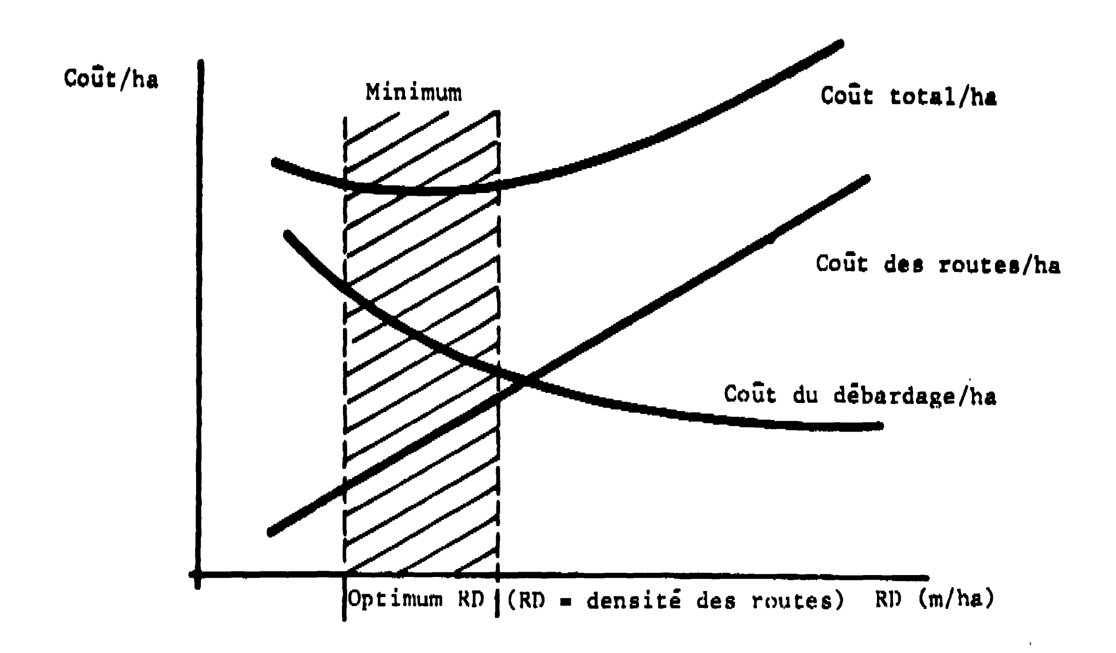


Fig. 4 - Recherche du coût total de transport optimum

Utilisant la méthode précédente, Koenig a calculé les valeurs optimums de l'espacement des routes théoriques pour la Westphalie-Nord du Rhin en République fédérale d'Allemagne.

Coût annuel des routes	Accroissements annuels du bois			
	(bas) 3 m3/ha		(Elevés) 9 m3/ha	
	Terrain plat	Montagne	Terrain plat	Montagne
bas	700 m	450 m	400 m	250 m
moyen	1 000 m	600 m	550 m	350 m
élevé	1 000 m	750 m	700 m	450 m

Prenant un accroissement moyen et un coût de construction de route moyen, l'auteur donne un exemple de recommandations empiriques pour l'espacement des routes en Autriche:

Déclivité	Terrain	Débardage	Grandes forêts (> 2 000 ha)	Moyennes forêts (200-2 000 ha)	Petites forêts (< 200 ha)
0-15 %	plat	débardeur à roues vers le haut ou vers le bas	500-600 m	400-500 m	300-400 m
15-30 %	montagneux	débardeur à roues vers le bas	500 m	300-400 m	300 m
30-60 %	montagneux très montagneux	débardeurs à roues sur chemins, débardage au câble vers le haut, débardage par gravité vers le bas	300-400 m	300 m	200-250 m
> 60 %	accidenté	débardage au câble débardage par gravité vers le bas	400 m	300-400 m	300 m

La comparaison de la densité des routes dans les forêts gérées intensivement que l'on rencontre actuellement en Autriche selon l'inventaire forestier autrichien est intéressante. Le réseau de routes publiques (sauf les autoroutes) est inclus dans ces chiffres. La proximité des petites forêts privées et du réseau routier public explique dans une large mesure leur densité de routes relativement élevée.

Type de propriété	Densité des routes (m/ha)
Petites forêts privées	37
Grandes et moyennes forêts privées	30
Forêts d'Etat	22

2.5 Zone d'exploitation et directions de débardage

L'étude générale d'un réseau routier s'applique normalement à une zone d'exploitation pour laquelle le système de transports forestiers est élaboré. Un des premiers points à reconnaître est de fixer les limites de cette zone. Cela est relativement simple en montagne où les bassins versants sont délimités par des crêtes. En terrain plat ou de collines les limites sont plus difficiles à déterminer car elles sont moins prononcées.

Le réseau routier doit être établi de façon à tirer profit au maximum de la gravité pour le débardage et le transport. Cela est important en raison de l'augmentation des carburants. Dans certaines régions l'exploitation par câble a conduit à l'établissement d'un large réseau de routes de crêtes, le débardage par câbles étant plus aisé vers le haut que vers le bas. Mais, à moins que le terrain ne soit extrêmement difficile, le réseau de routes forestières doit se développer des points les plus bas de la zone d'exploitation. Les routes principales doivent pénétrer les vallées, et les pentes être subdivisées en secteurs par les routes secondaires partant de la vallée. Avec un tel système, le débardage peut se faire aussi bien vers le haut que vers le bas. Un système de routes de crêtes et le débardage vers le haut ne sont pas à longue échéance la meilleure solution.

2.6 Degré des pentes et classification du terrain

Degré des pentes	Classification du terrain	Effets
0 - 30 %	Terrain plat ou de collines	Construction de routes facile, peu de rochers ou pas du tout, dommages mineurs à l'environnement
30 - 60 %	Terrain moyennement montagneux à montagneux	
60 - 80 %	Terrain accidenté	Construction de routes difficile. Plus la pente augmente plus on trouve de rochers et on provoque de dommages; si la pente dépasse 70 %, il faut se demander si la route est vraiment nécessaire.
> 80 %	Terrain très accidenté	

2.7 Systèmes de routes pour la mise en valeur des forêts

Les réseaux de routes forestières présentent autant de diversité que le terrain lui-même. Toutefois, il existe certains types et modèles caractéristiques.

2.7.1 Terrain plat

L'espacement d'un système de routes en terrain plat peut être relativement constant. Par conséquent, les résultats pratiques correspondent assez bien au modèle théorique.

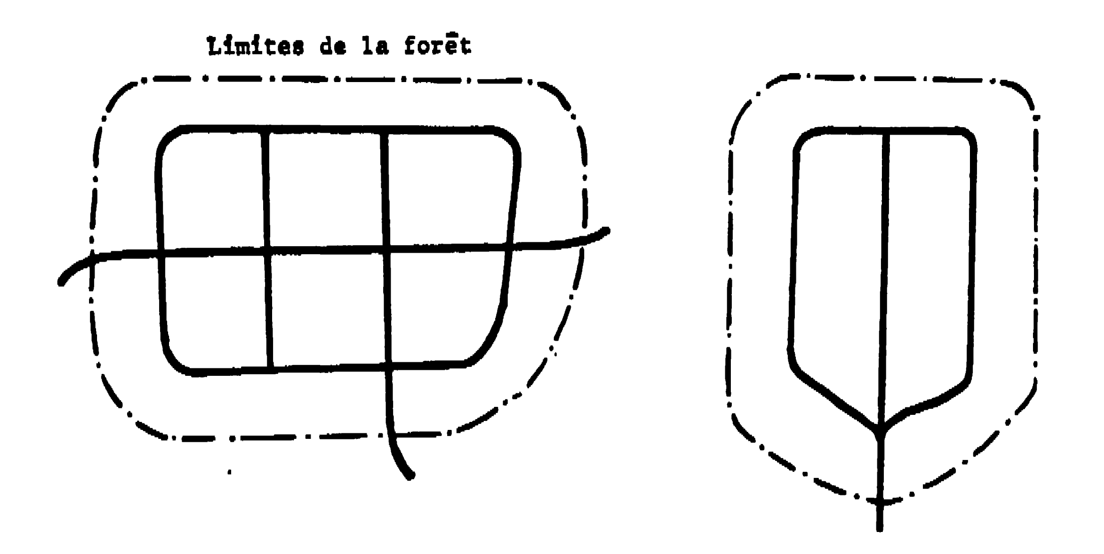


Fig. 5 - Deux schémas de réseaux routiers en terrain plat

2.7.2 <u>Terrain moyennement montagneux à montagneux</u>

i) <u>Routes de vallée</u>

Elles constituent normalement les routes principales de base pour le fond de la vallée ou pour les pentes ascendantes. Les ponts doivent être réduits au minimum du fait qu'ils sont coûteux à la construction et à l'entretien.

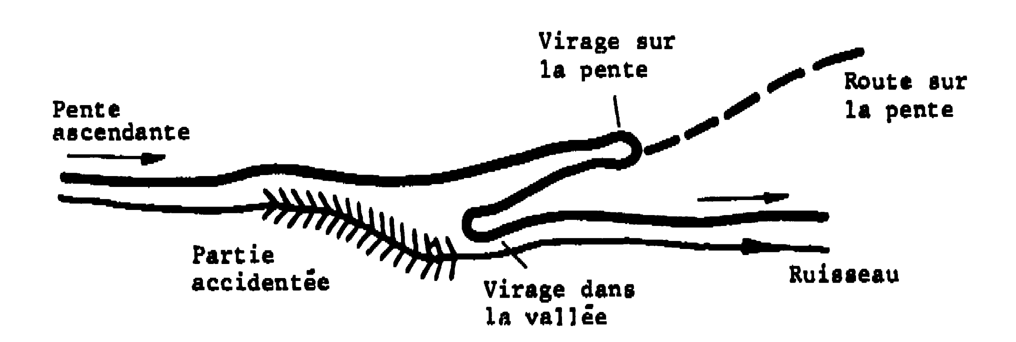


Fig. 6 - Route de vallée dans une partie accidentée (lacets dans la vallée et sur la pente)

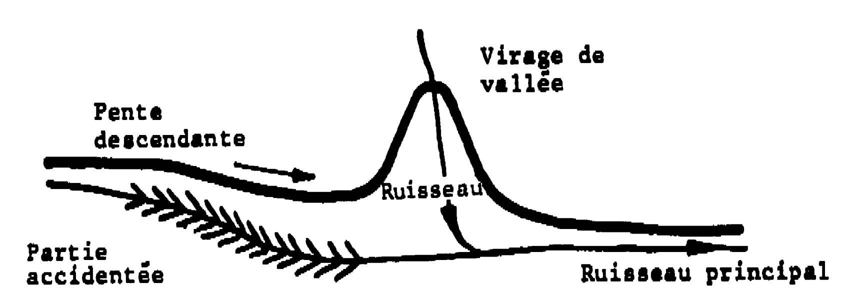


Fig. 7 - Route de vallée dans une partie accidentée (Virage dans une vallée latérale)

ii) Routes sur les pentes

Elles partent des routes de vallées et subdivisent les pentes. On peut distinguer les systèmes en diagonale ou en lacets selon la déclivité des pentes.

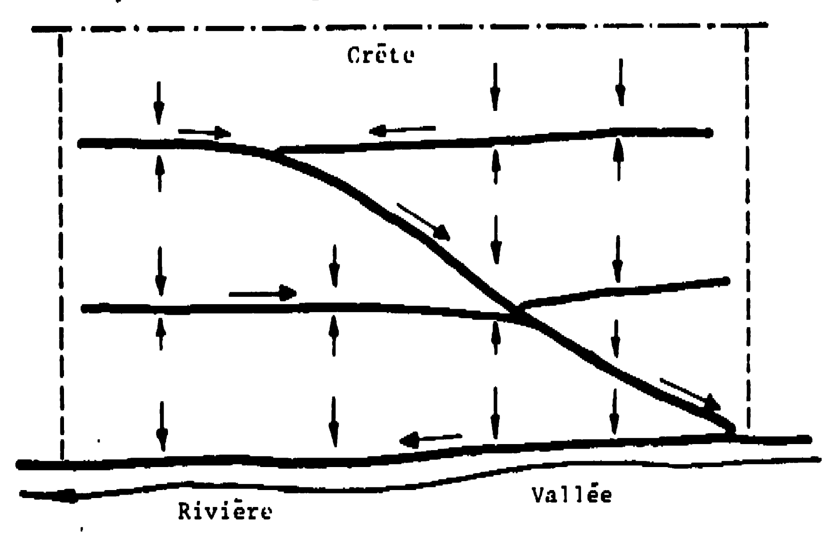


Fig. 8 - Système diagonal sur des pentes douces

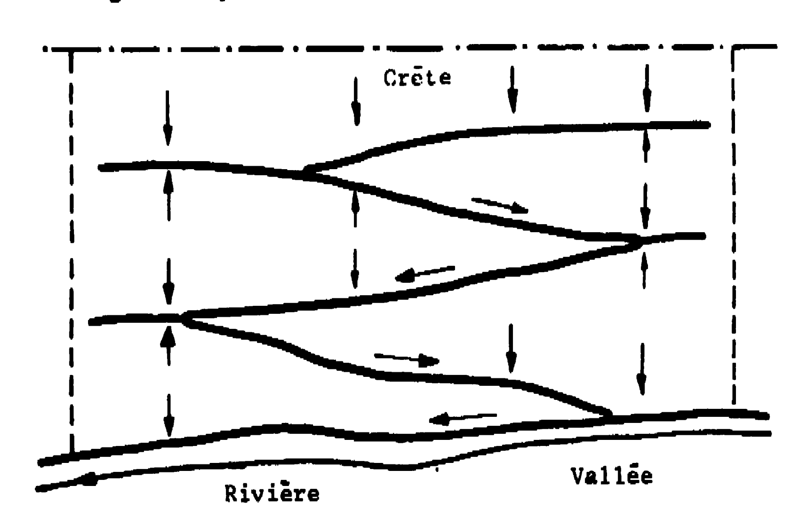


Fig. 9 - Système en lacets sur de fortes et longues pentes

Lors de la planification de systèmes de routes sur les pentes, il faut s'efforcer particulièrement de maintenir le nombre de virages au minimum afin d'éviter les systèmes dits en zig-zag. Les propriétaires de petites forêts en région montagneuse doivent coopérer pour construire un système commun plus intéressant comme le montre la Figure 10, à gauche.

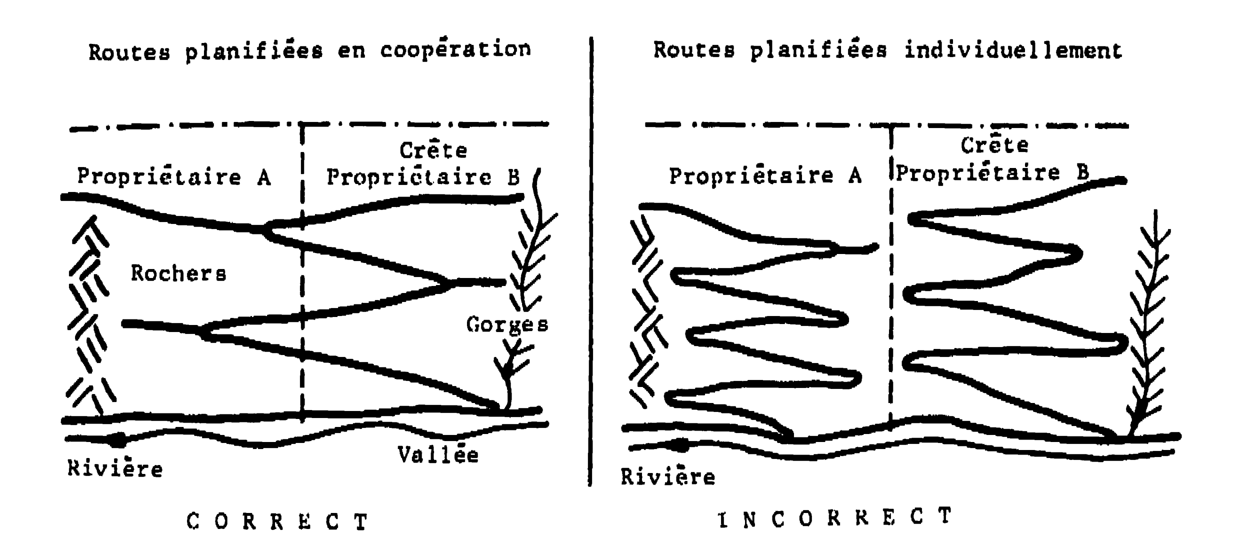


Fig. 10 - Réalisations correcte et incorrecte d'un système routier sur une pente

iii) Routes de crêtes

Ces routes représentent le type le moins coûteux en terrain accidenté et irrégulier. Toutefois, elles ne pénètrent la zone que dans une mesure très limitée, et sont utilisées pour l'exploitation par câble en remontant sur des terrains difficiles. Elles ne doivent être prévues que si la vallée est réellement inaccessible ou les pentes trop fortes ou instables. Voir Figure 11.

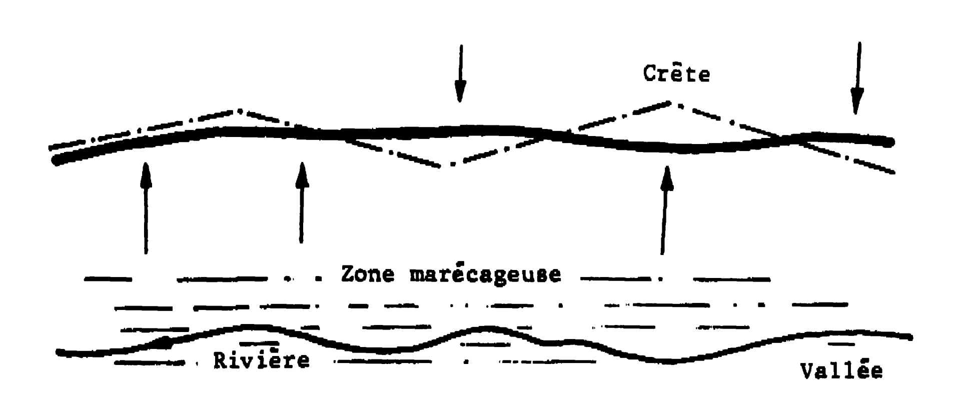


Fig. 11 - Route forestière le long d'une crête

iv) Sommets des collines et des montagnes

Des routes circulaires peuvent être situées sur terrain approprié afin de desservir les sommets des collines ou des montagnes. Voir Figure 12.

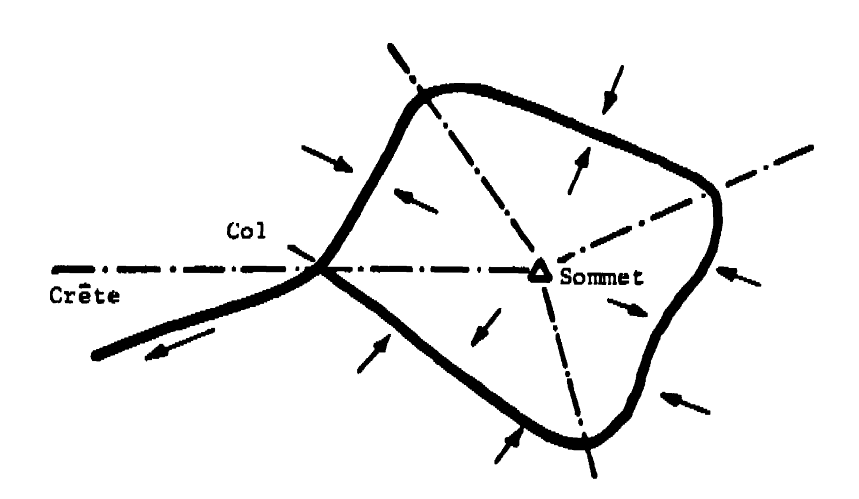


Fig. 12 - Route circulaire autour du sommet d'une colline

v) Bassin de réception d'une vallée

Les bassins de réception des vallées en terrain de collines ou de montagnes peuvent être desservis par une route principale dans la vallée et un système de route circulaire sur les pentes, à condition que le terrain ne soit pas trop difficile. Voir Figure 13.

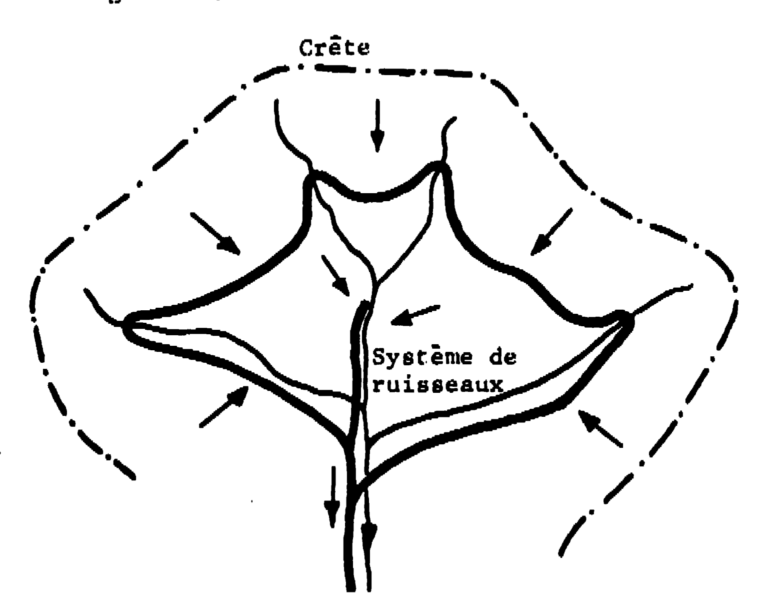


Fig. 13 - Système de routes forestières dans le bassin de réception d'une vallée

vi) Zones de débardage au-delà d'un terrain inaccessible

Ces zones peuvent parfois être pénétrées par le côté opposé en franchissant la crête par un col convenable et en utilisant une déclivité adverse pour partie de la route.

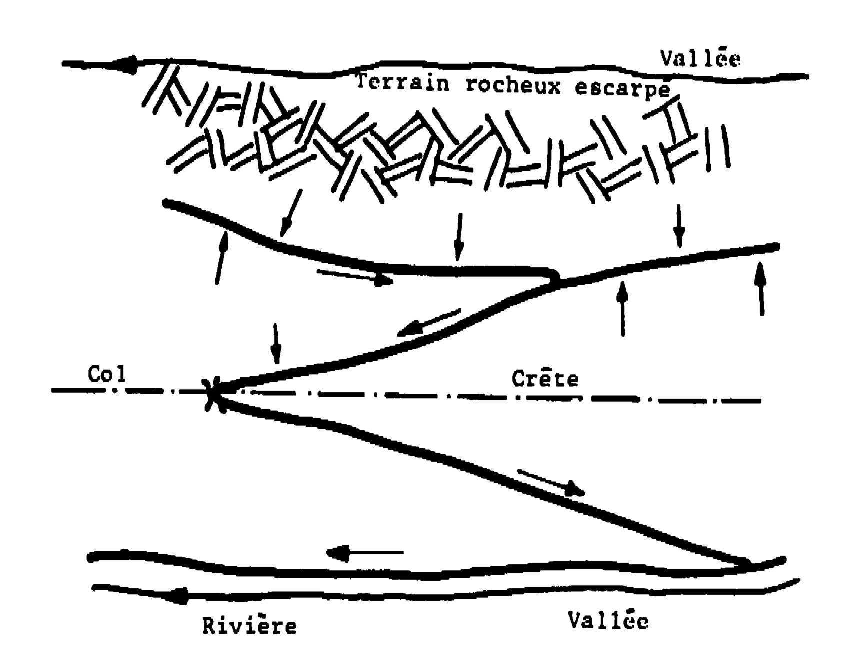


Fig. 14 - Réalisation d'une route depuis le côté opposé

3. EXECUTION PRATIQUE DE LA PLANIFICATION

3.1 Préparation

Toutes les informations disponibles sur la zone considérée doivent être rassemblées avant le début de la reconnaissance. Ce matériel doit comprendre, par exemple, les cartes topographiques et les photographies aériennes, les données géologiques, hydrologiques et pédologiques, les cartes de propriété et les plans d'utilisation des terres, d'aménagement et de transports forestiers.

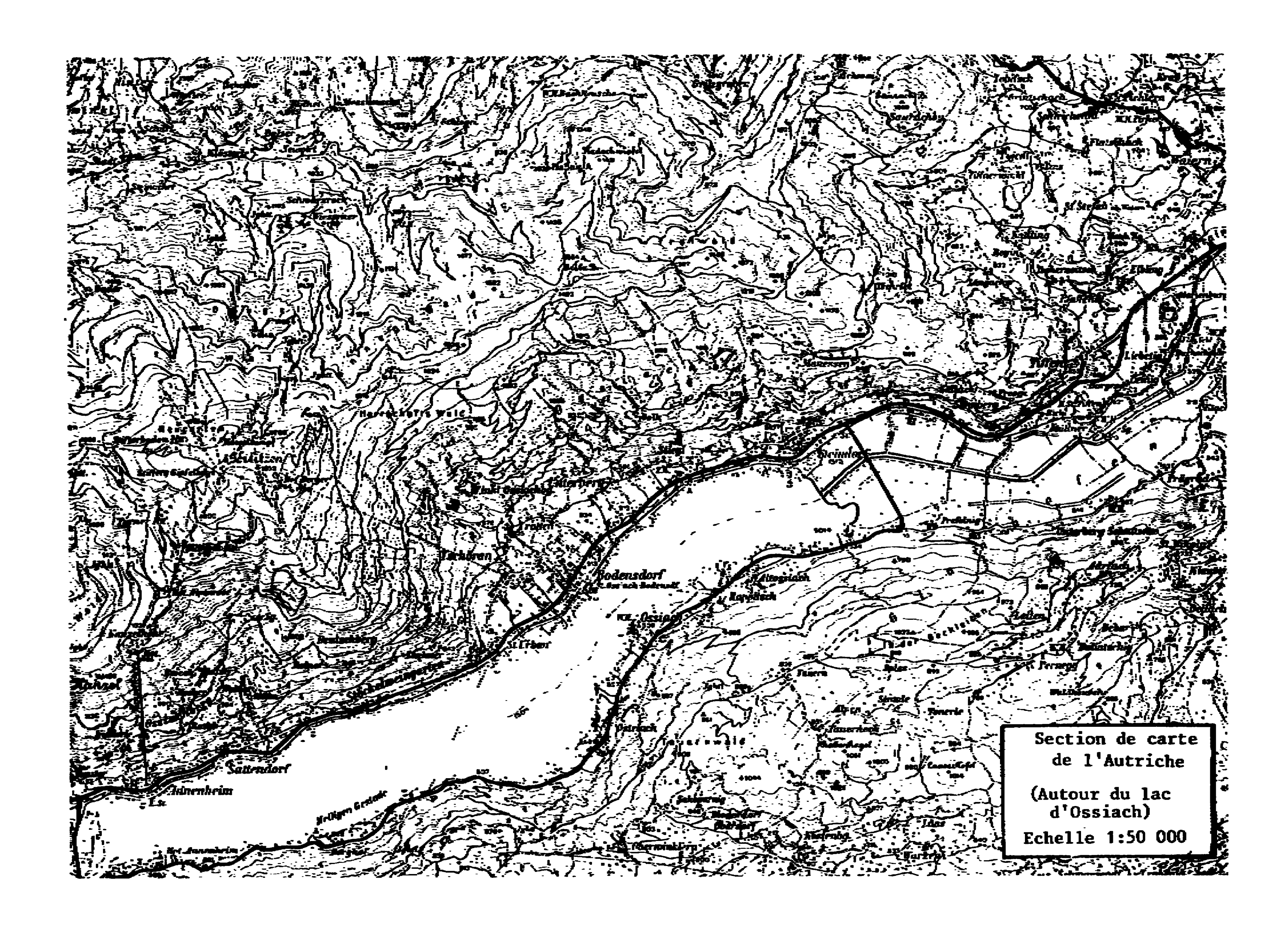
3.1.1 Cartes topographiques

Les cartes topographiques modernes sont faites à partir de photographies aériennes et sont indispensables à toute reconnaissance de grandes zones. En Europe, des cartes topographiques de haute qualité sont généralement fournies par les services nationaux spécialisés. L'échelle normale est de 1:50 000 ou 1:25 000. Ces cartes comportent des lignes de niveau avec une équidistance de 10 ou 20 mètres.

3.1.2 Cartes spéciales

Les cartes forestières modernes à l'échelle de 1:10 000 ou 1:5 000 comportent de nombreux détails importants sur la topographie, les cours d'eau, le couvert forestier, les classes d'âge et les routes déjà existantes.

Les cartes géologiques sont très utiles et fournissent une idée générale du sol et du sous-sol.


Section de carte
de l'Autriche
(Autour du lac
d'Ossiach)
Echelle 1:50 000
Bodensdorf
Sattendorf

3.1.3 Photographies aériennes

Les photographies aériennes sont souvent utilisées en complément des cartes topographiques. Elles montrent de nombreux détails tels que l'utilisation des terres et la couverture forestière.

Les photographies aériennes sont encore dans de nombreux pays les seules sources d'information avant la reconnaissance. Sur terrain plat ou légèrement ondulé, ces photographies peuvent être discrètement itilisées comme "photo-cartes" car elles donnent les distances. Pour les terrains montagneux, les photographies doivent être transformées en cartes orthophotos. Le type de matériel idéal est constitué par des cartes orthophotos avec lignes de niveau qui combinent l'effet photographique avec la précision de la carte.

L'échelle normale des photographies aériennes employées pour le travail sur le terrain est de l'ordre du 1:15 000. Les photocartes sont agrandies aux échelles de 1:10 000 ou 1:5 000.

3.1.4 Données de préreconnaissance

A côté des cartes et photographies bien d'autres types d'informations sont nécessaires. Pour une connaissance générale de la zone on recueille les données détaillées sur la situation, le climat, les dimensions de celle-ci. Il faut également des détails sur la géologie, l'hydrographie, la forêt (ressources en bois, volume sur pied, accroissements, coût de l'exploitation, analyse du système de transport existant). L'expérience pratique sur la construction des routes existantes dans la région est très utile (sous-sol, carrières de gravier, coûts).

Il faut spécialement faire attention aux problèmes de la protection de l'environnement et ceux de l'utilisation multiple de la forêt en coopération avec les spécialistes compétents.

3.2 Reconnaissance sur le terrain

On ne peut recommander aucune méthode fixe de reconnaissance étant donné que les conditions locales et les objectifs varient largement. Mais il faut insister sur le fait qu'une reconnaissance minutieuse personnelle faite à pied est indispensable pour étudier les particularités du terrain et les itinéraires possibles. Cet engagement personnel de l'ingénieur responsable, en étroite collaboration avec le service local, ne doit en aucun cas être remplacé par l'étude des cartes, des photographies aériennes ou même par un survol en hélicoptère, qui ne peuvent que compléter une reconnaissance attentive.

3.2.1 Méthodes de travail

Si des cartes modernes comportant des courbes de niveau sont disponibles, on peut tracer sur le papier les ébauches de plusieurs variantes du réseau routier assez facilement. Mais auparavant une reconnaissance d'ensemble est indispensable en tout état de cause.

Les routes principales sont normalement situées dans les vallées principales et les pentes doivent être subdivisées par des routes secondaires comme cela a déjà été mentionné. Il faut tenir compte des points de jonction avec le réseau routier public, du terrain et des points de contrôle, des déclivités recommandées et de l'espacement prévu.

La partie la plus importante est la reconnaissance minutieuse qui doit suivre afin de vérifier les premières ébauches. Si on ne dispose pas de cartes modernes, le travail commence par une reconnaissance approfondie sur le terrain.

Le travail doit être planifié soigneusement à l'avance en ce qui concerne le calendrier et l'organisation. Les zones étendues doivent être divisées en plusieurs unités de planification. Les problèmes de climat, de déplacements, de logement, de ravitaillement et d'eau potable doivent être soigneusement étudiés.

Au cours de cette minutieuse reconnaissance, l'équipe d'ingénieurs doit parcourir toutes les vallées principales et latérales, traverser les pentes et les lignes de crête de la zone. Le terrain réel est soigneusement comparé aux cartes et aux photographies, ou - si ce matériel n'est pas disponible - il est noté sur des dessins ou des croquis. Tous les points de contrôle utiles sont vérifiés ainsi que leur altitude:

Points de contrôle positifs: ce sont les endroits importants et utiles pour la construction de la route et pour l'exploitation. Tels sont les lieux où construire les ponts, les cols où franchir les crêtes, les pentes douces pour un meilleur tracé, les emplacements pour les virages aigus ou les dépôts. De même, les gisements de graviers qui peuvent être exploités pour le réseau de routes sont d'une grande importance, surtout lorsque les sols ont une faible portance.

Points de contrôle négatifs tels que pentes escarpées, rochers, marais, pentes instables, gorges profondes, ou terrains très irréguliers; ils sont très défavorables et doivent être évités autant que faire se peut.

Au cours cette reconnaissance sur le terrain, celui-ci est exploré en détail. Les premières ébauches sur le papier sont corrigées,ou les routes possibles sont choisies directement sur le terrain. Il faut bien insister sur le fait que toutes les routes possibles doivent être étudiées à fond. Les comparaisons finales et une estimation générale des coûts aboutissent normalement à quelques variantes seulement de l'ensemble du réseau de routes.

Il est recommandé, même pour les plans d'ensemble, de contrôler soigneusement le tracé choisi pour les routes principales sur le terrain. En montagne, où la déclivité est contrôlée le long du piquetage, l'ingénieur et son équipe (deux aides et deux débroussailleurs) ouvrent des layons d'essai au moyen d'un clinomètre (pente) et d'un ruban (distances). Ces layons sont signalés par des rubans plastiques fixés aux arbres. Au cours de cette phase on peut encore trouver des obstacles imprévus. Des corrections permettent de trouver le bon tracé.

Le projet final du plan général du réseau de routes forestières doit être choisi par l'ingénieur du tracé, le personnel local et des spécialistes des ressources forestières, de l'environnement et de l'utilisation des terres, en pleine coopération.

3.2.2 Instruments et équipement

A l'heure actuelle on emploie surtout, en génie forestier, des instruments manuels modernes. Ces instruments sont petits mais précis.

Instruments et équipement	Utilisation
Altimètre barométrique	Altitude au-dessus de la mer
Clinomètre	Pentes et déclivités
Boussoles	Orientements
Ruban (nylon), 50 m	Distances
Stéréoscope de poche	Lecture stéréoscopique des photos

Equipement additionnel:

Trousse d'ingénieur avec crayons, règles et échelles, rapporteur, bloc-notes, cartes et photos aériennes, ruban plastique de couleur (pour marquage).

Instruments recommandés:

Altimètres barométriques

THOMMEN altimètre de poche (fabriqué en Suisse) est un petit instrument pour les levés d'ensemble ayant une précision de l'ordre de 20 m. Prix 150 $ E.-U. environ.

PAULIN altimètre (fabriqué en Suède) est un instrument très précis ayant une précision de 5 à 10 m. Prix 1 000 $ E.-U. environ.

Clinomètres

MERIDIAN clinomètre (fabriqué en Suisse) est un petit appareil à pendule muni d'une optique fixée dessus. Le modèle le plus pratique, MC 1002, possède deux lentilles permettant de lire aussi bien vers le haut que vers le bas jusqu'à 100 pour cent. Prix 130 $ E.-U. environ.

SUUNTO clinomètre (fabriqué en Finlande) est un petit instrument de poche muni d'un diagramme gradué mobile. On utilise généralement le modèle PM-5/360 PC avec graduation en pourcent et en degrés. Prix 70 $ E.-U. environ.

Boussoles

Au cours des reconnaissances sur le terrain, une boussole munie d'un rapporteur sur l'embase peut être très utile. On peut recommander les instruments suivants:

BEZARD (fabriquée en RFA). Prix 90 $ E.-U. environ.

SILVA (fabriquée en Suède). Prix 30 $ E.-U. environ.

Pour des levés plus précis il vaut mieux utiliser des boussoles sans rapporteurs sur l'embase:

SUUNTO (fabriquée en Finlande) est un excellent instrument à un prix très raisonnable d'environ 60 $ E.-U.

MERIDIAN (fabriquée en Suisse). Prix environ 90 $ E.-U.



3.3 Elaboration du projet d'ensemble

Le projet d'ensemble représente le résultat des reconnaissances sur le terrain et du choix des tracés. Le travail de bureau consiste en un rapport écrit des cartes de reconnaissance et des plans.

Travail de bureau

Le rapport technique comprend les éléments suivants:

a. Résumé - principalement sous forme de tableaux (tracés, longueur, coût);

b. Description de la zone et des systèmes d'exploitation et de gestion employés précédemment;

c. Raisons pour lesquelles on établit un nouveau réseau de routes et améliorations attendues. Description du nouveau système d'exploitation et du nouveau système de transport;

d. Description du système de routes prévu (principes du projet et considérations sur l'espacement), détails sur chacune des nouvelles routes;

e. Méthodes de construction et organisation recommandées. Celendrier;

f. Estimation générale des coûts. Si on ne possède pas de données locales on peut déterminer les coûts approximatifs par la formule de Sundberg:

$$C_i = 230 + 17 \times SL + 660 \times ST_i + 30 \times SL \times ST_i$$

Dans laquelle:

C_i = Coûts directs en dollars E.-U. par kilomètre de route de norme "i" (surveillance et frais généraux exclus)

SL = Pente latérale moyenne en pourcentage du terrain

ST_i = Caractéristiques des routes, 0 pour les pistes de débardage, 1 - 2 pour les routes secondaires, 3 pour les routes principales ou les routes d'accès.

Epures et plans

Extraits de la carte topographique (échelle 1:50 000) avec l'ébauche du réseau prévu.

Carte de reconnaissance (échelle 1:10 000) avec une ébauche détaillée du système de routes prévu.

Coupes transversales d'ensemble (échelle 1:50)

Ebauche générale des ouvrages (aqueducs, ponts, murs de soutènement, échelle 1:50).



Un réseau de routes forestières bien conçu permet des opérations forestières intensives (Remarquez les petites coupes à blanc voisines des peuplements régénérés ou arrivés à maturité) (Photo: R. Heinrich)

REFERENCES

FAO 1974 Logging and log transport in tropical high forest. Rome

FAO 1976 Harvesting man-made forests in developing countries. Rome

Hafner, F. 1971 Forest road construction. Vienna (in German)

Heinrich, R. 1976 Problems of forest road construction in tropical high forests. Technical Report of FAO/Austria Training Course. Rome

Konig, W. 1970 The influence of optimum road spacing on opening up the state forests of North-Rhine-Westphalia. Gemund (in German)

Schonauer, H. 1961 Planning of forest road-nets in mountainous regions. Vienna (in German)

Sedlak, O. 1977 Planning of forest roads in practice. Vienna (in German)

Sedlak, O. 1978 General principles for the planning of a forest road network. Technical Report of FAO/Austria Training Course. Rome

Sundberg, U. 1976 Planning of forest roads. Technical Report of FAO/Austria Training Course. Rome

Volkert, E. 1970 Principles of calculating optimum opening up systems. Gemund (in German)



Route forestière bien tracée en terrain accidenté avec les talus des remblais recouverts de végétation (Photo: R. Heinrich)

TRACE ET ETABLISSEMENT DU PRIX DE REVIENT DES ROUTES FORESTIERES

par

Otto Sedlak

Forsttechnische Abteilung
Amt der Oberösterreichischen Landesregierung 1/

1. REMARQUES GENERALES

Ce chapitre traite du tracé des routes forestières et de l'élaboration des projets, principalement en montagne.

Plus la construction de la route est compliquée et coûteuse, plus les méthodes de planification à employer doivent être poussées et précises. Ces méthodes de planification précises sont nécessaires lorsque les routes doivent être construites à la main, comme cela arrive encore dans les pays où sévit le sous-emploi et où les salaires sont bas; il faut procéder à un tracé précis et à des études selon la méthode classique du génie forestier. Cette procédure comprend un levé préliminaire de l'emprise de la route le long de la ligne de pente, l'établissement des lignes de niveau le long de la bande, le nivellement, le levé et le report des sections transversales, cartes et dessins sur papier, tracé définitif et balance des masses.

On a mis au point des méthodes plus simples de tracé des routes forestières construites mécaniquement en Autriche. Normalement, le tracé de la ligne de pente (appelée ligne 0 en Autriche) est suffisant lorsque la déclivité est le facteur déterminant. Du fait que les routes forestières sont construites à l'aide de machines à hautes performances, une évaluation exacte des frais de terrassement n'est pas nécessaire.

Pour trouver la route la plus convenable, il est toutefois nécessaire d'ouvrir plusieurs lignes de pente d'essai. Une telle méthode, simple mais rapide, ne doit pas être confondue avec une planification sans soins, et demande beaucoup d'habileté et d'expérience.

Etant donné que la construction mécanisée des routes forestières est utilisée le plus souvent, nous discuterons de cette méthode de la ligne de pente durant le cours.

2. TRACE ET ETUDES

Le tracé et l'étude d'une route forestière peuvent être divisés en deux phases:

Tracé direct sur le terrain

Dans les régions de collines ou de montagnes, la ligne de pente d'une route forestière est tracée directement sur le terrain. En terrain plat, c'est surtout l'alignement horizontal qui est le facteur déterminant et les lignes droites sont tracées selon l'étude générale.

Partie écrite: rapport technique, croquis et estimation des coûts.

Cette partie écrite du projet comprend les informations nécessaires à la construction et à la supervision ainsi qu'à l'examen et à l'approbation.

2.1 Tracé

2.1.1 Tracé sur terrain plat ou ondulé

De la même façon qu'en montagne, plusieurs variantes de l'alignement, dans les limites toutefois de la voie générale choisie pour la route, doivent être étudiées afin de trouver le meilleur. Les alignements sont piquetés selon l'axe de la route en donnant

1/ Division des techniques forestières, Service forestier de Haute-Autriche.

la préférence à un alignement sinueux plutôt qu'à de trop longues lignes droites (voir Figure 1). Les points des courbes sont déterminés par l'angle de déviation et le rayon, à l'aide de tables spéciales. Il faut veiller à réaliser des rayons de courbure ne descendant pas au-dessous d'un certain minimum, des raccordements aisés et des déclivités minimums.

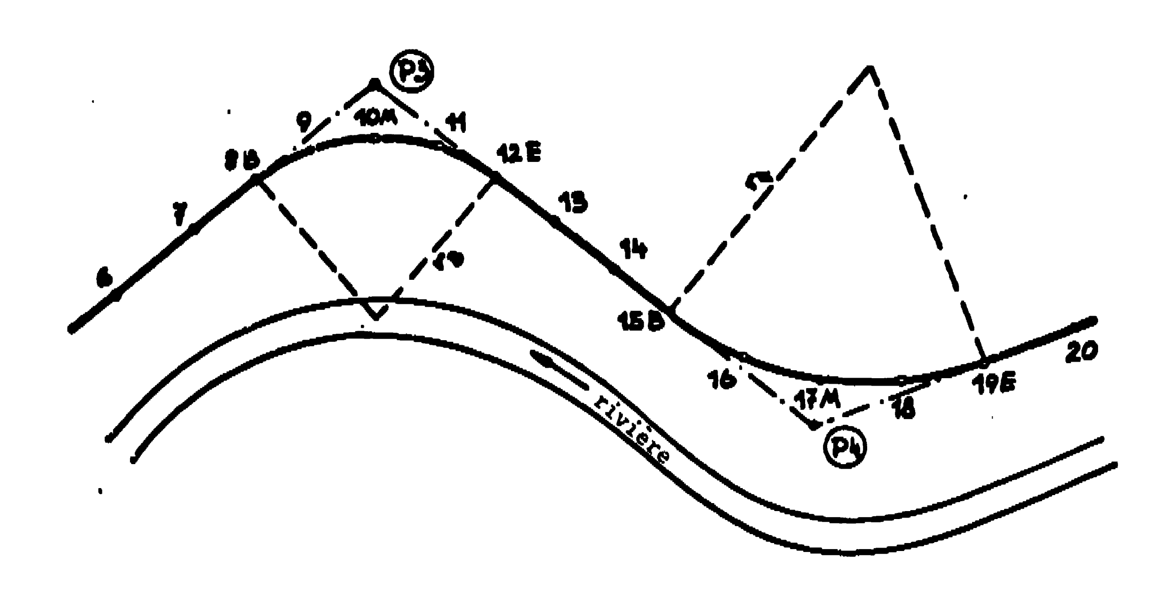


Fig. 1 - Tracé en terrain plat

B et E = points de début et de fin des courbes

M = points de milieu des courbes

P = sommets de la ligne polygonale

Pour les routes secondaires on emploie également des courbes paraboliques qui sont piquetées simplement.

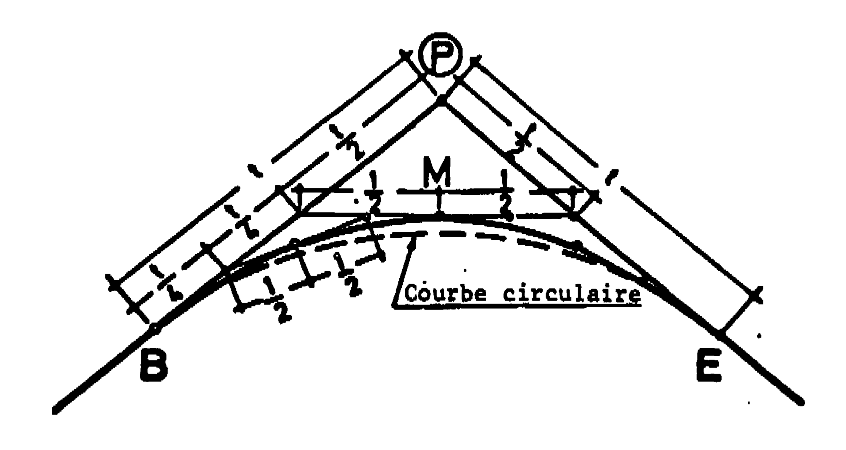


Fig. 2 - Courbe parabolique

Instruments utilisés: piquets d'alignement (jalons), rubans (métallique ou en nylon), boussole de poche, altimètre, théodolite ou clinomètre ou encore niveau d'arpenteur.

2.1.2 Tracé en terrain de collines ou de montagnes

Les routes forestières en terrain de collines ou de montagnes sont surtout déterminées d'après leur déclivité et sont situées sur les pentes. La ligne de pente, qui est la ligne qui guide la construction mécanisée des routes forestières, est tracée directement sur le terrain; c'est une ligne jalonnée ayant la pente désirée et adaptée à la topographie du terrain. Elle représente l'intersection du sol de fondation avec la pente du terrain.

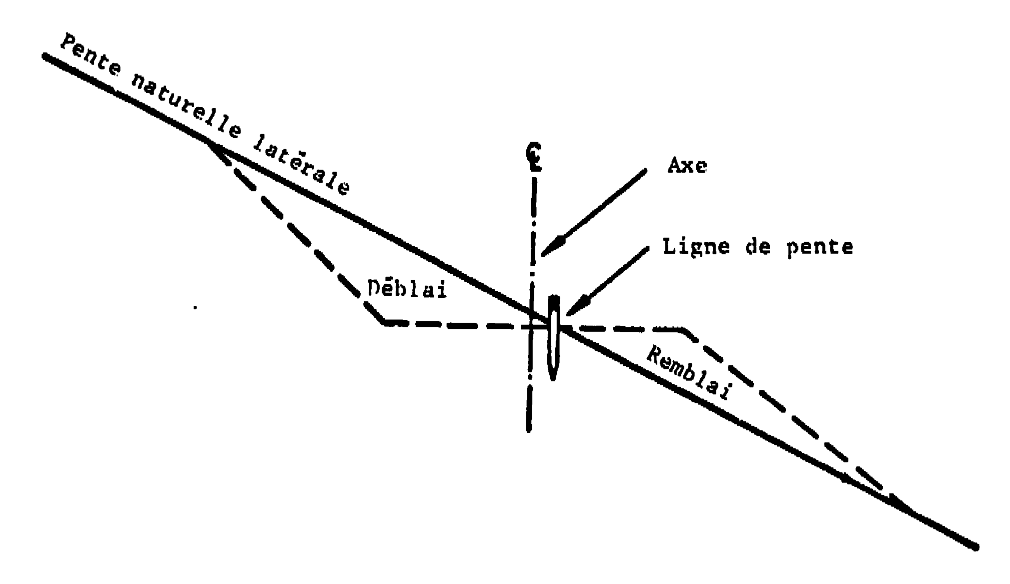


Fig. 3 - Position de la ligne de pente

La ligne de pente peut être jalonnée rapidement et avec précision au moyen d'un clinomètre tenu à la main. Pour déterminer la meilleure route il est bon de tracer une ou plusieurs lignes d'essai. Ces lignes sont marquées seulement avec des rubans de couleur attachés aux branches ou aux troncs.

L'axe est jalonné par la suite, mais seulement le long des sections difficiles de la route où l'exactitude du tracé et de la déclivité sont des facteurs importants (par exemple: emplacement des ponts, remblais, ou longue tranchée traversant une arête).

2.1.2.1 Techniques de levé de la ligne de pente

Pour jalonner la ligne de pente, on ajuste le clinomètre et une mire à la même hauteur sur deux piquets (la mire peut être une simple planchette de contreplaqué d'environ 20 x 30 cm ou une plaque d'aluminium qui sont peintes de couleurs vives).

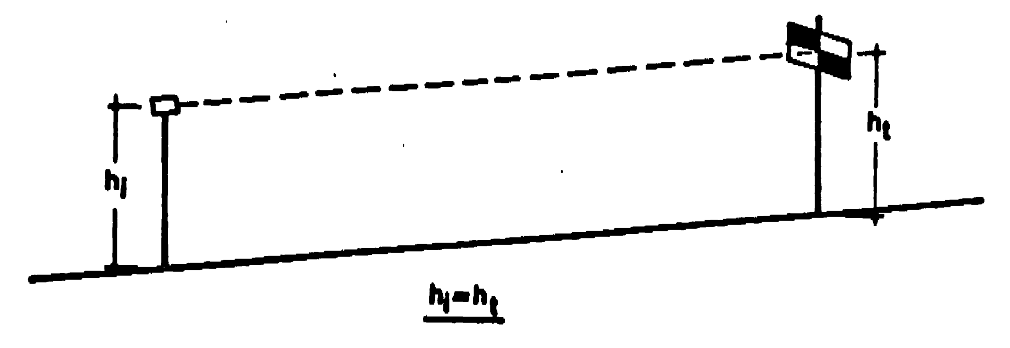


Fig. 4 - Clinomètre et mire

Cet équipement très simple doit être vérifié. On fixe deux points sur le sol à une distance d'environ 20 à 30 m et on mesure la pente vers le haut puis vers le bas. Si les lectures concordent, le réglage est correct.

L'arpenteur a besoin d'une équipe composée d'un homme de mire et de trois aides pour dégager les broussailles et couper les piquets. Il marche toujours en avant de l'équipe et dirige son clinomètre vers l'arrière en direction de la mire. La distance entre les stations doit être à peu près constante (30 à 50 m pour les marques au ruban et 20 à 30 m pour le piquetage).

La déclivité maximum pour les transports en descente ne doit pas excéder 9 à 10 pour cent pour les routes principales et 12 pour cent pour les routes secondaires. En cas de transport en montée la déclivité ne doit pas dépasser 6 à 8 pour cent. Une déclivité minimum de 2 à 3 pour cent est nécessaire pour assurer un bon drainage. On ne doit jamais établir de route horizontale sur une grande distance, car l'eau des précipitations reste sur la chaussée et la route est rapidement détériorée par le trafic et des problèmes de transport peuvent surgir.

Au cours des premiers essais de tracé selon l'itinéraire choisi, l'arpenteur détermine les points de contrôle intermédiaires et les pentes nécessaires. Un altimètre de poche et une traîne sont d'une grande aide pour les routes les plus longues.

Les pentes particulières entre les points de contrôle sont calculées au moyen de la différence d'altitude entre les points.

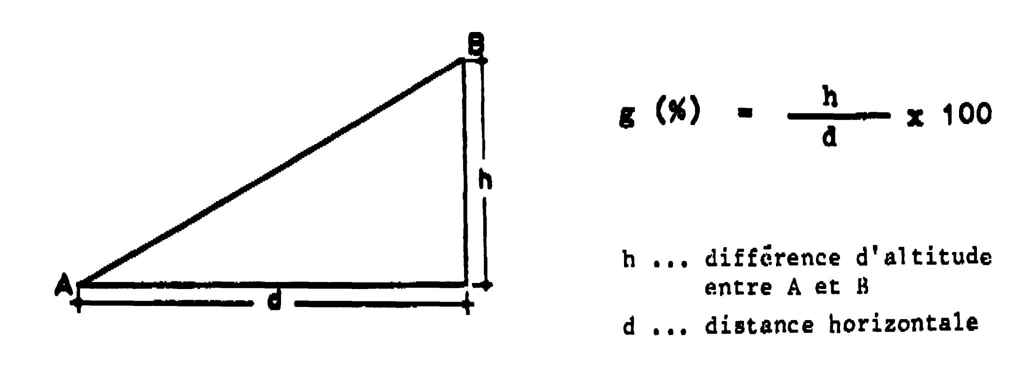


Fig. 5 - Pente entre deux points de contrôle

Au cas où il est nécessaire de modifier l'inclinaison de la ligne de pente, la différence entre deux déclivités successives ne doit pas dépasser 3 pour cent, pourvu que la distance entre deux piquets soit d'environ 20 à 30 m. On obtient de cette façon des transitions sans heurts du profil de la route. Cette règle doit être particulièrement observée pour le tracé des virages en épingles à cheveux ou pour les passages franchissant les crêtes ou les vallées.

La ligne de pente doit être piquetée aussi près que possible du futur axe afin d'éviter de trop grandes différences de déclivité entre la ligne de pente et la route terminée. Dans les régions irrégulières avec crêtes et vallées, la ligne de pente reflète davantage les cassures de la topographie et est plus longue que l'axe final. Il faut le prévoir et réduire la déclivité (voir Fig. 6). Une erreur courante que commet le personnel inexpérimenté est de placer les jalons trop loin l'un de l'autre au-dessus des dépressions ou des arêtes en conservant une déclivité constante. La pente dans ces passages sera trop forte.

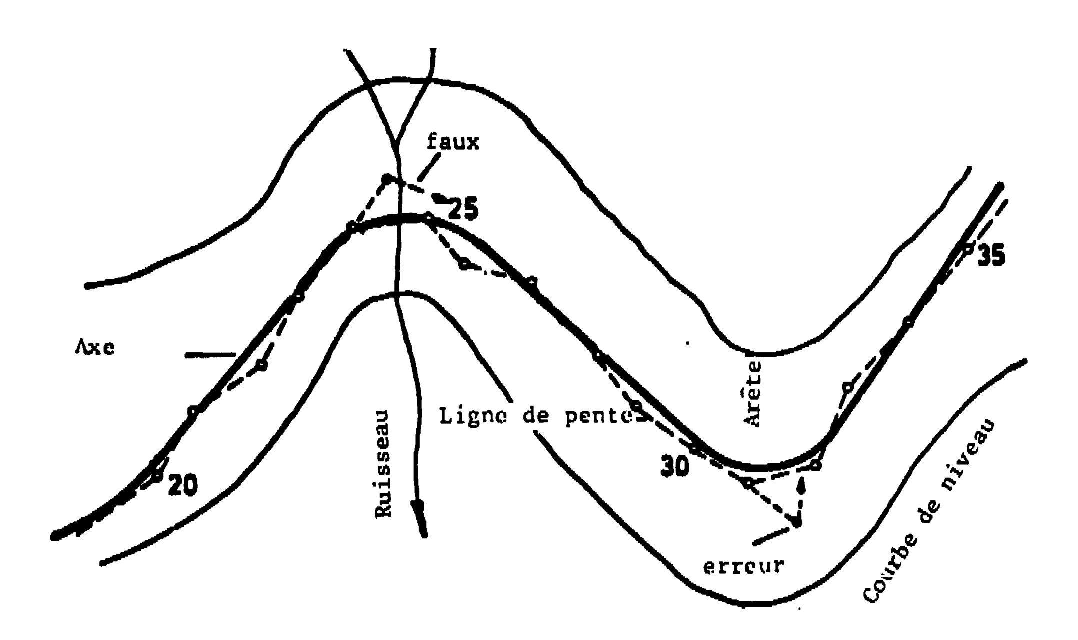


Fig. 6 - Tracé à flanc de pente

On doit établir des radiers sur des points bas du profil au passage des dépressions ou des torrents qui risquent d'endommager la route au cours des fortes pluies. Ainsi l'excédent d'eau passera sur la route à ces endroits et la plus grande partie de la route ne sera pas endommagée.

Un lacet (épingle à cheveux) est tracé comme le montre la Figure 7. L'axe est piqueté ensuite à l'aide du ruban. La ligne de plus grande pente du terrain ne doit pas dépasser 40 pour cent. Les emplacements convenables dans les terrains accidentés sont des points de contrôle.

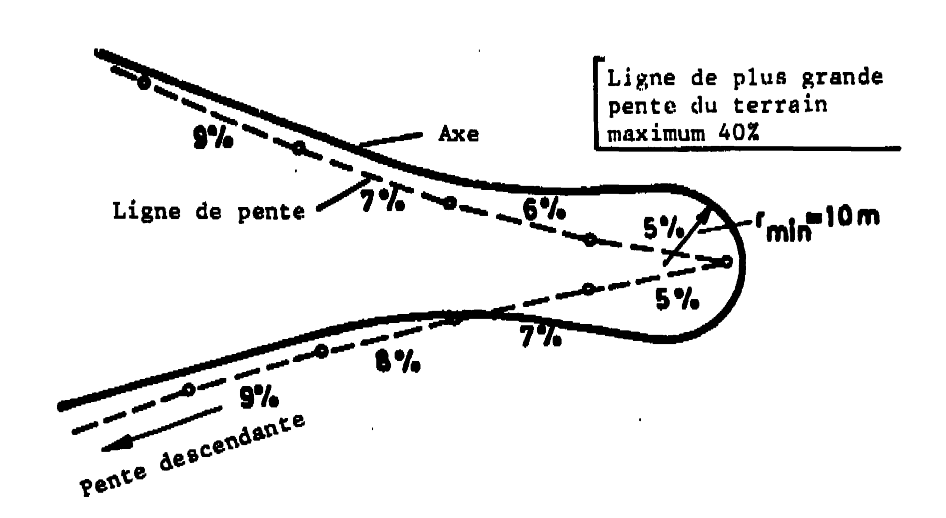


Fig. 7 - Tracé d'une épingle à cheveux

2.1.2.2 Méthodes de tracé de la ligne de pente

La reconnaissance permet de trouver un itinéraire possible pour la route; de cette façon l'arpenteur a quelque idée des conditions générales, des points de contrôle, et des pentes dominantes pour chacune des sections. Toutefois, ce serait perdre beaucoup de temps que de piqueter les premiers tracés d'essai, étant donné que des corrections seront normalement nécessaires. Il est donc recommandé de diviser le tracé et le levé en quatre phases:

1. Une ligne d'essai est marquée au ruban plastique sans utiliser ni piquets ni mire et selon la pente estimée. L'ingénieur regarde en arrière vers l'aide qui porte un voyant à hauteur d'oeil de l'arpenteur (casque). Une traîne est utilisée pour mesurer à peu près les distances entre les points de contrôle. La ligne est marquée au ruban plastique. Cette première ligne d'essai n'atteindra pas le point de contrôle souhaité et la pente devra être modifiée en calculant la différence de hauteur par rapport à la distance:

$$\text{Correction de la pente} \ldots \pm g\ (\%) = \frac{\Delta h}{d} \times 100$$

Il faut mentionner que la différence entre la distance horizontale et la distance au sol de la ligne de pente est si petite qu'elle peut être négligée.

2. Dans le cas d'une différence importante, on trace une nouvelle ligne de pente en utilisant la nouvelle pente sur le chemin du retour. Une couleur différente de ruban doit être employée pour éviter toute confusion.

3. Les deux essais précédents peuvent être considérés comme une reconnaissance détaillée. Le tracé définitif peut maintenant se faire en employant le clinomètre et la mire bien réglés et des jalons.

L'arpenteur note les données suivantes dans son carnet de terrain au cours du tracé de la route: nombre de piquets, la pente, pente latérale caractéristique du terrain, composition approchée de la roche, masse de terre et de rocher en excédent du profil normal, description du terrain, ponceaux et ouvrages d'art (voir Fig. 8).

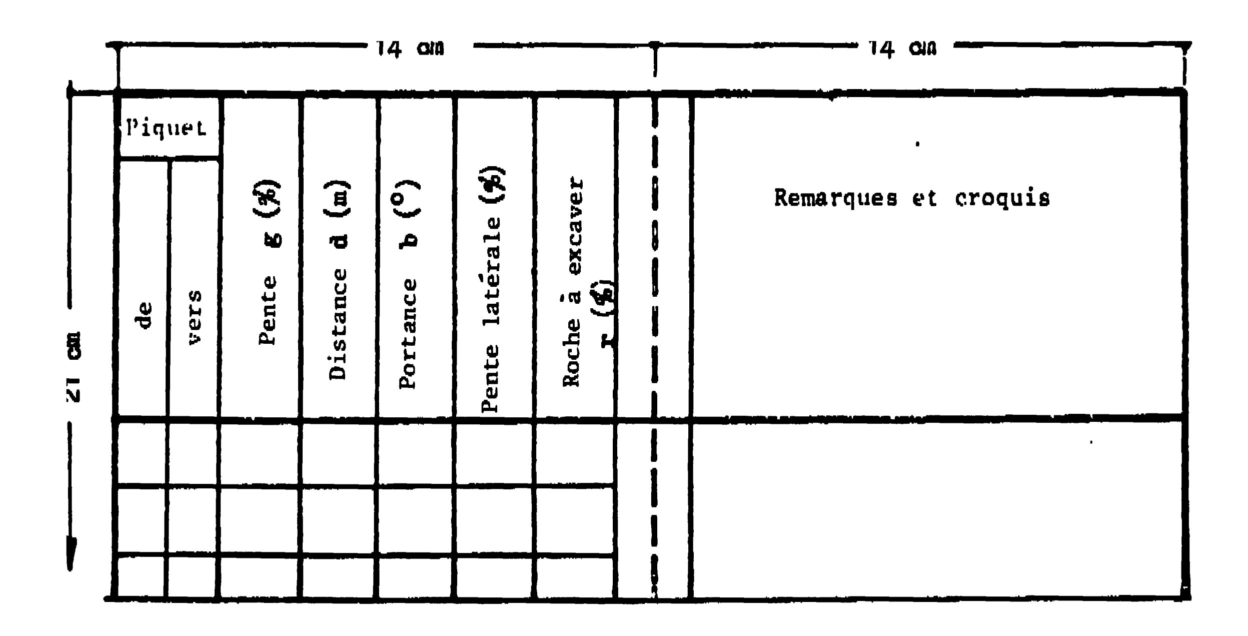


Fig. 8 - Modèle de carnet de terrain

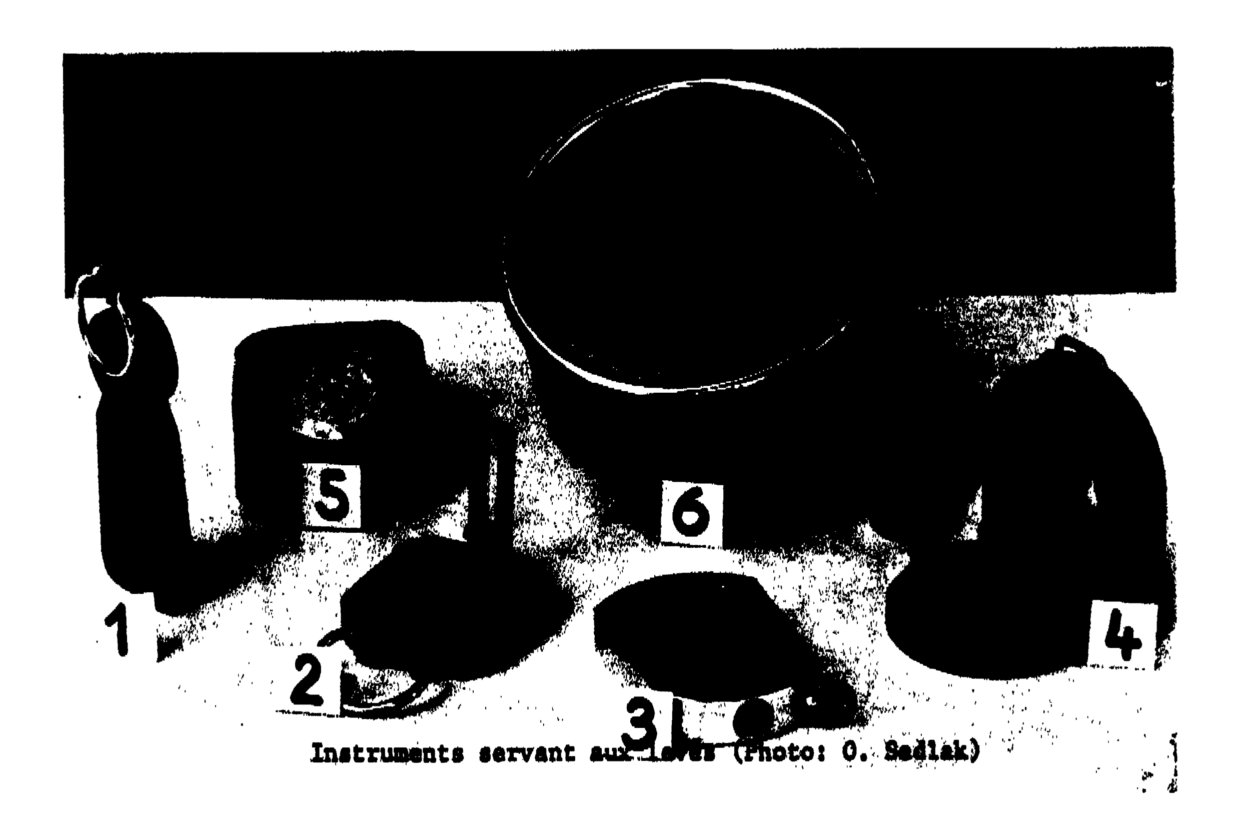
4. La ligne de pente piquetée est relevée à l'aide d'une boussole et d'un ruban, l'arpenteur retournant à son point de départ. Il marche également en avant de son équipe et vise en arrière vers la mire. Une seconde visée vers l'avant au moyen d'un autre signal lui permet de vérifier ses lectures en lisant sur l'échelle inversée de sa boussole. Les deux lectures doivent correspondre et la différence ne doit pas dépasser 1 degré. Les deux lectures sont notées.

Une équipe de trois hommes mesure les distances entre les jalons. Les lectures sont arrondies au décimètre le plus proche.

Au cours de cette quatrième phase, l'arpenteur n'a à noter que les orientations et les distances.

2.1.2.3 Instruments

Les instruments décrits pour la planification générale des routes forestières sont également utilisés pour le tracé et les levés. Au lieu d'une traîne, on mesure les distances à l'aide d'un ruban (30 ou 50 m en acier ou fibre de verre) afin d'obtenir une plus grande précision.



Instruments servant aux levés (Photo: O. Sedlak)

2.1.2.4 Rendement

Les rendements que l'on obtient lors des reconnaissances détaillées, tracé et levés des lignes de pente des routes dépendent de l'accessibilité du terrain, de la topographie, du couvert forestier, mais surtout de l'expérience de l'ingénieur et de son équipe. Les données suivantes peuvent servir comme estimations:

Conditions de terrain	Personnel	Temps
Normales (Forêts en climat tempéré, terrain facile)	1 ingénieur 3 ouvriers	5-7 h/km 15-20 h/km
Difficiles (Forêts en zones tropicales, terrain difficile)	1 ingénieur 5-6 ouvriers	8-12 h/km 40-60 h/km

2.2 Partie écrite du projet

Les données recueillies sur le terrain au moment du tracé de la ligne de pente font l'objet d'une évaluation afin de dresser un plan ("tracé sur le papier"). On prépare alors un rapport technique contenant des évaluations des terrassements en volume et en coût.

2.2.1 Cartes et plans

Une section de la carte topographique d'inventaire (échelle 1:50 000 ou 1:25 000) indique le tracé général de la route prévue par rapport au réseau de transports déjà existant.

La projection de la ligne de pente figure sur une section de carte plus détaillée (échelle 1:10 000 ou 1:5 000). La ligne de pente est reportée sur un calque ainsi que les points de contrôle de la carte,et l'axe de la route est tracé à main levée près de la ligne de pente. Cet axe doit être examiné très attentivement eu égard à sa projection horizontale (lignes droites, rayons des courbes) et à la possibilité de sa réalisation. Diverses coupes en travers aux points critiques amélioreront ce tracé sur le papier.

Le plan définitif est fait par sections de 100 m chacune, à l'aide d'un compas à pointe sèche, et reporté sur l'original de la carte. Les ponceaux et les ouvrages, ainsi que les dépôts et les particularités du terrain sont marqués sur la carte à l'aide de symboles simples.

Sur les copies des plans du projet la route est marquée à l'encre rouge. Les rivières et les ruisseaux sont légèrement indiqués au crayon bleu clair. Les crêtes sont en brun. Les limites des forêts sont marquées en vert. Les directions de débardage sont signalées au moyen de flèches.

Des sections transversales typiques aussi bien pour la terre que pour le rocher sont établies comme dessins standards pour la construction. Voir Figure 9.

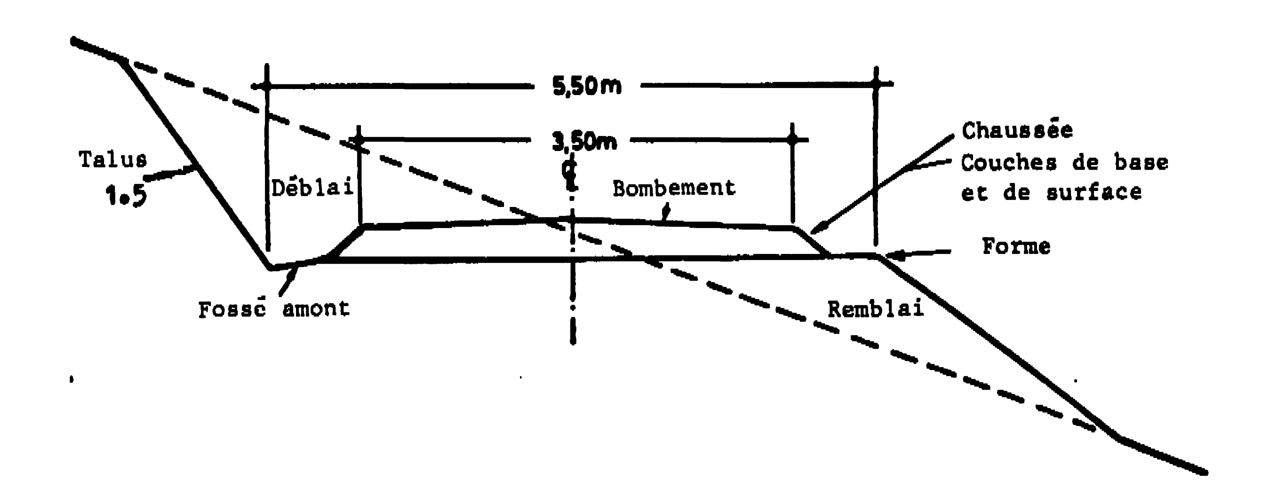


Fig. 9 - Coupe transversale

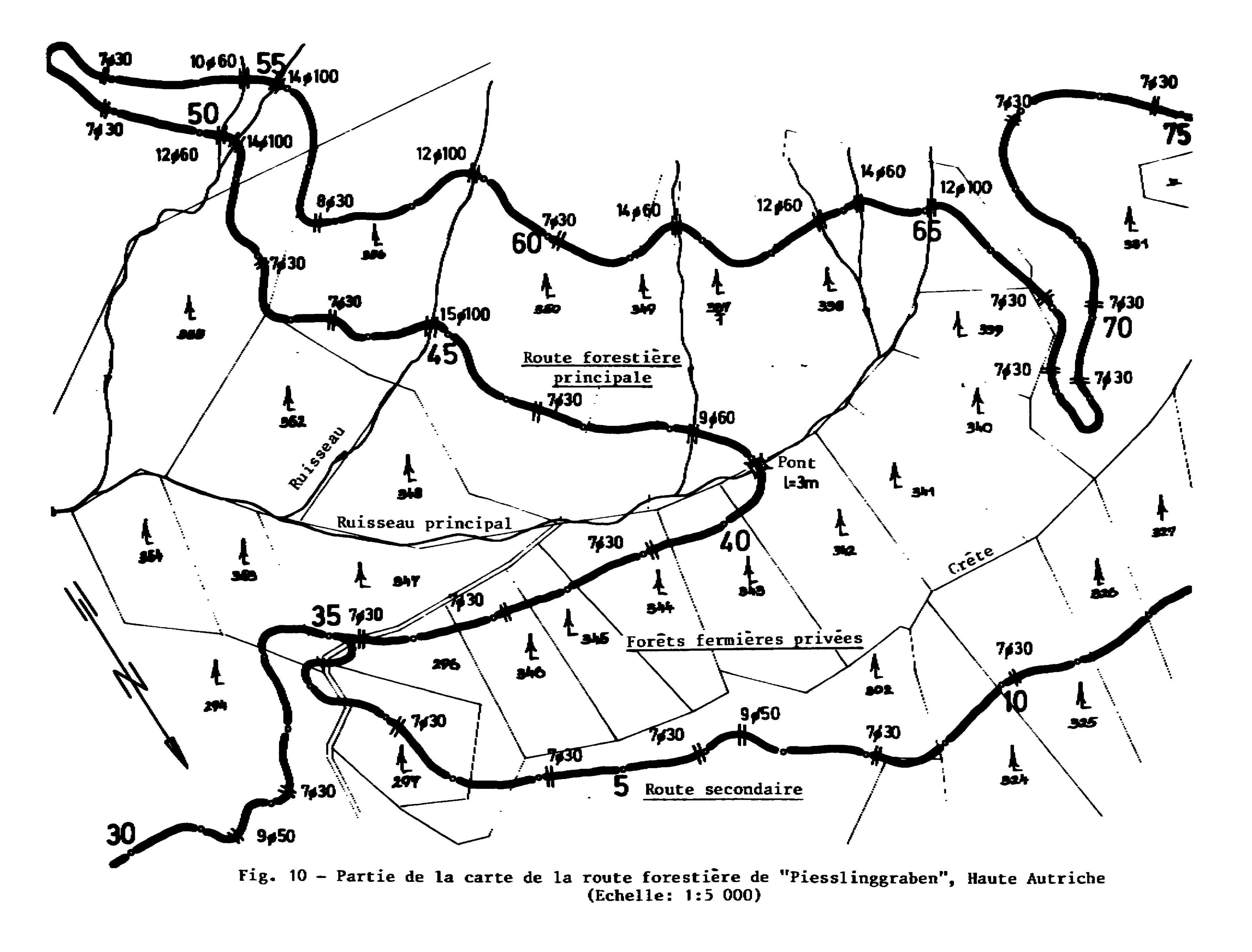


Fig. 10 - Partie de la carte de la route forestière de "Piesslinggraben", Haute Autriche
(Echelle: 1:5 000)

Un profil de la ligne de pente n'est généralement pas figuré pourvu que le projet établi directement sur le terrain mentionne correctement tous les points verticaux de vérification. On ne prépare qu'un tableau où figurent les pentes du profil comme ci-dessous:

Piquet	Station (hm)	Distance d (m)	Pente g (%)	Remarques

2.2.2 Rapport technique

Ce rapport contient:

- description de la superficie forestière (situation, géologie, topographie, dimensions, données sur la forêt elle-même)
- système de transports existant (méthodes d'exploitation et de débardage, transports à longue distance, coûts)
- système de transports à élaborer
- description du projet
- construction (machines, équipement, méthodes, organisation)
- tableau des pentes du profil.

Alors que tout ce qui a été dit jusqu'à présent concerne les aspects les plus techniques du tracé des routes forestières et de la préparation du terrain pour la construction, l'ingénieur chargé du projet a généralement à "préparer le terrain" dans un autre sens, c'est-à-dire à "chiffrer le coût des travaux" comme nous l'expliquons ci-dessous.

2.2.3 Estimation des coûts de construction

Les coûts de la construction mécanisée des routes forestières sont assez semblables en dépit des larges différences des conditions locales. Les coûts des terrassements mécanisés et des transports sont comparables dans certaines limites.

Toutefois, les conditions locales affectent les résultats économiques. Dans les pays à bas salaires et sous-emploi, les machines et les équipements modernes sont relativement coûteux, spécialement avec l'augmentation des carburants. Dans ce cas, une construction manuelle ou semi-mécanisée peut être encore la meilleure solution. Dans une méthode de construction combinée, la majeure partie du terrassement est faite à la machine et seuls des travaux de terrassement mineurs sont exécutés à la main (par exemple, mise en forme des talus, fossés, ponceaux).

2.2.3.1 Coûts des travaux préliminaires

Défrichement de l'emprise de la route

Les frais de coupe à blanc de l'emprise de la route ne sont normalement pas imputés aux coûts de la construction si le bois peut être utilisé. L'emprise doit être débarrassée des branches et des broussailles sur toute sa largeur, et le matériel doit être entassé le long du côté aval de la route.

Elimination des souches à l'explosif

Si l'on dispose d'explosifs, il est recommandé de dessoucher avec ce moyen tout ce qui dépasse 40 à 50 cm de diamètre, spécialement en terrain plat. Sur les pentes seules les souches voisines de la ligne de pente sont détruites. Le coût moyen est de 4 à 6 dollars E.-U. par souche. Mais ce procédé n'est pas économique si on peut disposer d'un gros bulldozer (par exemple un Caterpillar D 8).

Drainage

Les zones humides doivent être drainées par un système de drains en arêtes de poissons quelques semaines avant le début des terrassements. Le coût moyen est de 0,8 à 2 dollars E.-U. par mètre.

2.3.3.2 Coûts du terrassement

Les bulldozers munis de lames droites ou inclinables sont encore les machines les plus importantes pour la construction des routes forestières. Ces machines combinent une très grande productivité et un coût de production bas. Toutefois, en terrain accidenté, les bulldozers provoquent d'énormes dommages en déversant sur le côté les matériaux déblayés. Afin de satisfaire les exigences de la protection de l'environnement, on utilise donc de plus en plus les excavatrices hydrauliques en terrain montagneux.

Plusieurs méthodes de calcul des coûts du terrassement peuvent être employées:

a) Calcul des volumes au moyen de coupes en travers standards et de la pente naturelle du terrain qui peuvent être facilement établis pour différents types de route (pour les exemples se référant à Hafner, voir Figures 11 A et B). Les coûts sont calculés sur la base du volume total et du prix par mètre cube;

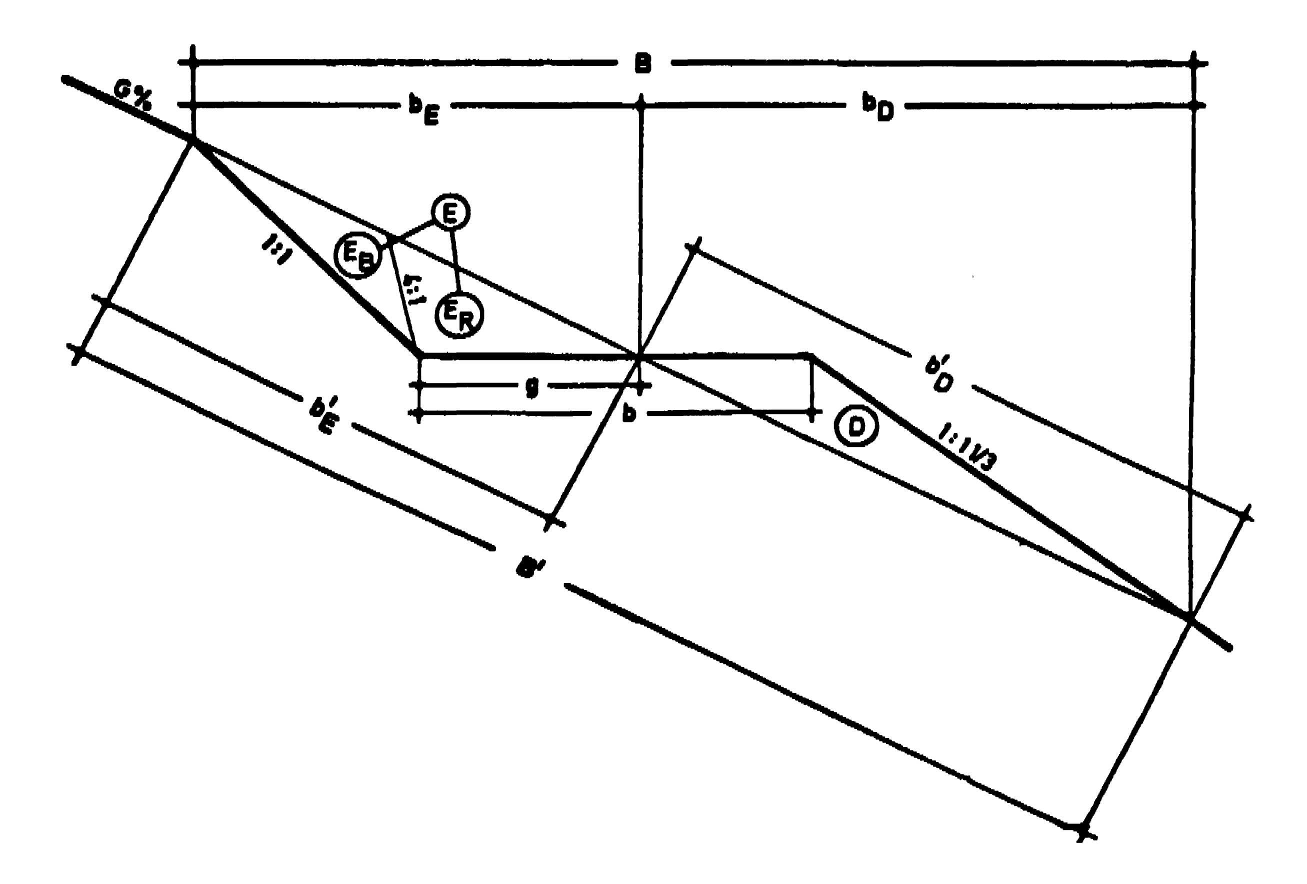


Fig. 11 A - Coupe en travers (profil du terrain) de terre - Exemple pour b = 4 m (réf. à Hafner)

Terre

G %	g m	b m	E m^3/m	E_R m^3/m	E_B m^3/m	b_E b'_E m	b_D b'_D m	B B' m
20	2,70	5,30	0,91	0,77	0,14	3,35 3,40	3,65 3,70	7,00 7,10
30	2,70	5,30	1,56	1,18	0,38	3,85 4,05	4,30 4,50	8,15 8,55
40	2,30	4,40	1,76	1,17	0,59	3,85 4,15	4,50 4,85	8,30 9,00
50	2,30	4,20	2,64	1,51	1,13	4,60 5,15	5,80 6,50	10,40 11,70
60	2,40	4,10	4,32	2,03	2,29	6,00 7,00	8,75 10,20	14,80 17,20
70	2,70	4,00	8,50	3,09	5,41	9,00 11,00	19,70 24,00	28,70 35,00

Fig. 11 A - Calcul des coûts du terrassement: terre

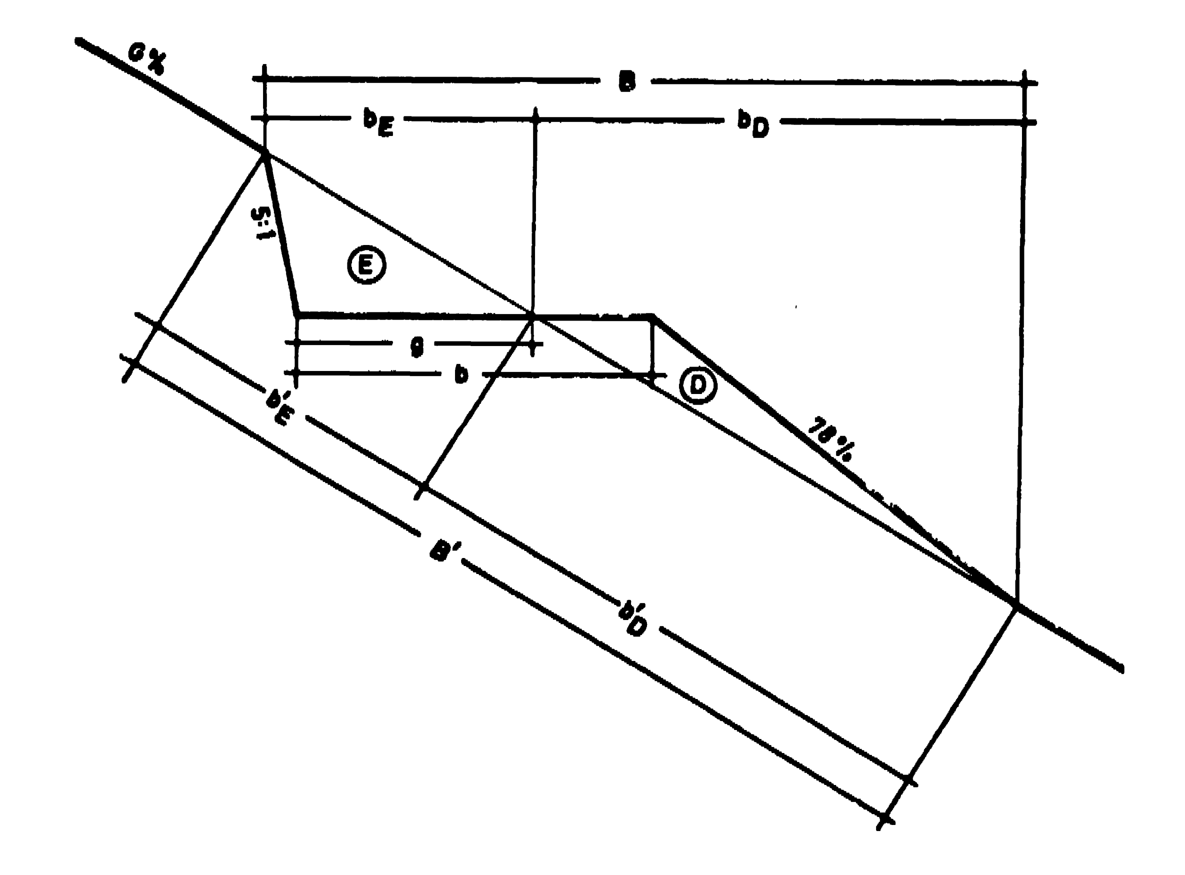


Fig. 11 B - Coupe en travers (profil du terrain) dans le rocher - Exemple pour b = 4 m (réf. à Hafner)

Rocher

G %	g m	b m	E m3/m	b_E b'_E m	b_D b'_D m	B B' m
40	2,50	4,50	1,36	2,70 2,95	4,00 4,35	6,75 7,30
50	2,50	4,20	1,74	2,80 3,10	4,75 5,30	7,55 8,40
60	2,60	4,00	2,30	2,95 3,45	6,20 7,25	9,20 10,70
70	3,00	4,10	3,66	3,50 4,25	10,90 13,30	14,40 17,60
80	4,00	4,00	7,62	4,80 6,10	00	5 + 6,5 +
90	4,00	4,00	8,78	4,90 6,60	00	5 + 7 +
100	4,00	4,00	10,00	5,00 7,10	00	5 + 7,5 +

Fig. 11 B - Calcul des coûts de terrassement: rocher

b) Estimation du volume moyen par mètre d'après la pente moyenne du terrain. Les coûts sont calculés comme en a);

c) Estimation du coût moyen des machines par mètre sur la base de données empiriques.

Tableau 1

Production moyenne et coût d'un bulldozer moyen (poids 12-16 t) construisant une route secondaire en montagne, en Autriche

Coût de la machine par heure de travail productif: 35 à 40 dollars E.-U.

	Conditions de terrain		
	Faciles	Moyennes	Difficiles
Pente moyenne du terrain en %	30	50	70
Production en mètres/heure	12 - 15	9 - 12	6 - 9
Coût par mètre en $ E.-U.	2,5 - 3	3 - 4	4 - 6
Coût par m3 de terrassement en $ E.-U.	1,25	1,1	0,9

Les niveleuses (poids moyen de 10 à 14 t) sont employées dans la construction des routes forestières surtout pour le talutage, la formation et les fossés. La production est grandement influencée par l'adresse et l'expérience de l'opérateur.

En ce qui concerne la formation du profil définitif et les talus, la production s'étale entre 50 et 100 m linéaires par heure. Le coût est d'environ 0,5 à 1 dollar E.-U. par mètre.

2.2.3.3 Forage et travail à l'explosif

Les forages en terrain difficile sont effectués en Autriche au moyen de perforatrices puissantes mues à l'air comprimé. De petits compresseurs et des marteaux-piqueurs maniés à la main sont utilisés pour des travaux mineurs.

Le coût du travail à l'explosif dépend du type de roche et du pourcentage de rocher dans la section transversale (volume de roche par mètre) ainsi que de l'équipement dont on dispose.

Les coûts moyens pour le forage et l'explosif sont actuellement de 3,5 à 5 dollars E.-U. environ par m3.

2.2.3.4 Drainage

Les routes forestières ayant une déclivité maximum de 10 pour cent sont drainées par des fossés côté amont et des ponceaux en béton. En Autriche on dispose de tuyaux de béton préfabriqués à un prix relativement bas qui sont transportés sur les lieux par camion.

Si de tels tuyaux ne sont pas disponibles ou coûtent trop cher on peut faire des ponceaux avec du bois ou avec des dalles de béton fabriquées sur place. On peut même employer de vieux tonneaux métalliques soudés ensemble. Si on ne dispose d'aucun matériel convenable pour faire des ponceaux, les fossés amont sont évacués par des rigoles faites en surface de la route au moyen de bois.

Dans les régions sujettes aux fortes précipitations ou aux orages, le système de drainage doit être soigneusement étudié et construit afin de protéger la route contre l'érosion et la destruction.

Les tuyaux de béton préfabriqués pour les ponceaux ont une largeur de 1 m; leur poids et prix en Autriche sont les suivants:

Diamètre en cm (longueur 1 m)	Poids en kg par m	Prix rendu sur les lieux de construction en dollars E.-U.
30	100	6
50	270	13
60 renforcé	610	35
80 "	1 000	53
100 "	1 700	80

En Autriche, les tuyaux de béton pour les ponceaux sont posés au moyen des excavatrices hydrauliques. Le coût dépend de leur diamètre et de la nature du sous-sol et peut être estimé en moyenne de 10 à 15 dollars E.-U. par mètre linéaire. Le tablier et la fouille pour un ponceau reviennent à environ 25 à 40 dollars E.-U.

Ces tuyaux employés en forêt ont un diamètre ne dépassant pas 1 m. Les tubes spécialement renforcés ont un diamètre allant jusqu'à 1,5 m, mais ils sont alors très lourds.

Un compromis entre les ponceaux et les petits ponts est obtenu avec des sections de tôle ondulée. Ce matériau est fabriqué en différentes dimensions, formes et diamètres et est assemblé sur place.

Les ponceaux ainsi construits sont coûteux, mais intéressants pour les lieux difficiles d'accès. Le prix pour les ponceaux ayant un diamètre de 1,5 à 3 m est de l'ordre de 250 à 600 dollars E.-U. par mètre linéaire.

2.2.3.5 Couche de fondation

La quantité de matériau de fondation dépend de la portance du sous-sol, de la largeur de la chaussée et de la qualité du matériau lui-même. Sur des sols glaiseux ou limoneux ayant une portance très faible, la dépense en matériaux de fondation peut atteindre 60 pour cent du coût total.

Matériaux de fondation pour une chaussée de 3,5 m de large
(données empiriques pour les conditions autrichiennes)

Sous-sol	Argile/glaise	Glaise/sable	Sable/roche
Force portante	faible	moyenne	haute
Matériaux de fondation (m3)	2,5 - 3	1,5 - 2	0,5 - 1

Il est très important de trouver des gisements de gravier à proximité de l'emplacement de la route afin d'obtenir une construction économique, étant donné que les frais de transport sont élevés. Si on peut exploiter une balastière ou une carrière le long de la route à construire, le prix peut en être réduit considérablement.

Le matériau de fondation est chargé sur des camions-bennes puissants au moyen d'un chargeur sur chenilles, sur pneux ou d'une excavatrice hydraulique. La moyenne de production est de l'ordre de 40 à 50 m3 chargés à l'heure dans des conditions moyennes. Le coût est d'environ 0,6 à 1 dollar E.-U. par m3.

La capacité normale de chargement d'une benne à deux ou trois essieux est de 6 à 10 m3 par camion. Le transport coûte en moyenne de 0,5 à 0,6 dollar E.-U. par m3 et km pour des distances entre 10 et 20 km.

Le matériau de fondation est déchargé sur l'assiette de la route puis étalé et mis en forme au moyen de petits bulldozers ou de niveleuses. Cela représente de 0,4 à 0,5 dollar E.-U. par m3.

Le nivelage final et le compactage de la couche de fondation et de la surface sont faits à la niveleuse et au rouleau vibrant.

Machine	Production (m par heure)	Coût en dollars E.-U./m
Niveleuse	150 - 200	0,3 - 0,4
Rouleau vibrant	80 - 100	0,4 - 0,5
	Coût total	0,7 - 0,9

2.2.3.6 Ouvrages d'art et autres dépenses

Les ponts, les grands ponceaux et les ouvrages spéciaux (murs de soutènement, râteliers de revêtement en bois) sont calculés isolément. La planification et la supervision représentent 5 pour cent du coût total. Il faut prévoir 10 pour cent de la dépense totale pour les dépenses imprévues.

Postes de dépense	Unités	Prix par unité	Coûts
1. Préparation (abattage et nettoyage, dessouchement à l'explosif)			
2. Terrassement			
3. Dérochement à l'explosif			
4. Drainage (ponceaux, rigoles en bois, fossés)			
5. Construction de la couche de fondation (épandage de gravier, nivelage, compactage)			
6. Ouvrages d'art			
7. Planification, supervision	5 %		
8. Dépenses imprévues	10 %		

Fig. 12 - Modèle de prévisions de dépenses par l'ingénieur

Tableau 2

Résumé du coût des routes forestières en Autriche

Données empiriques moyennes pour terrains facile et moyen en dollars E.-U./m

Caractéristiques de la route	Force portante du sous-sol		
	faible	moyenne	forte
Route principale	26 - 30	17 - 19	11 - 13
Route secondaire	23 - 26	13 - 15	8 - 10
Chemin de débardage		1,5 - 4	

REFERENCES

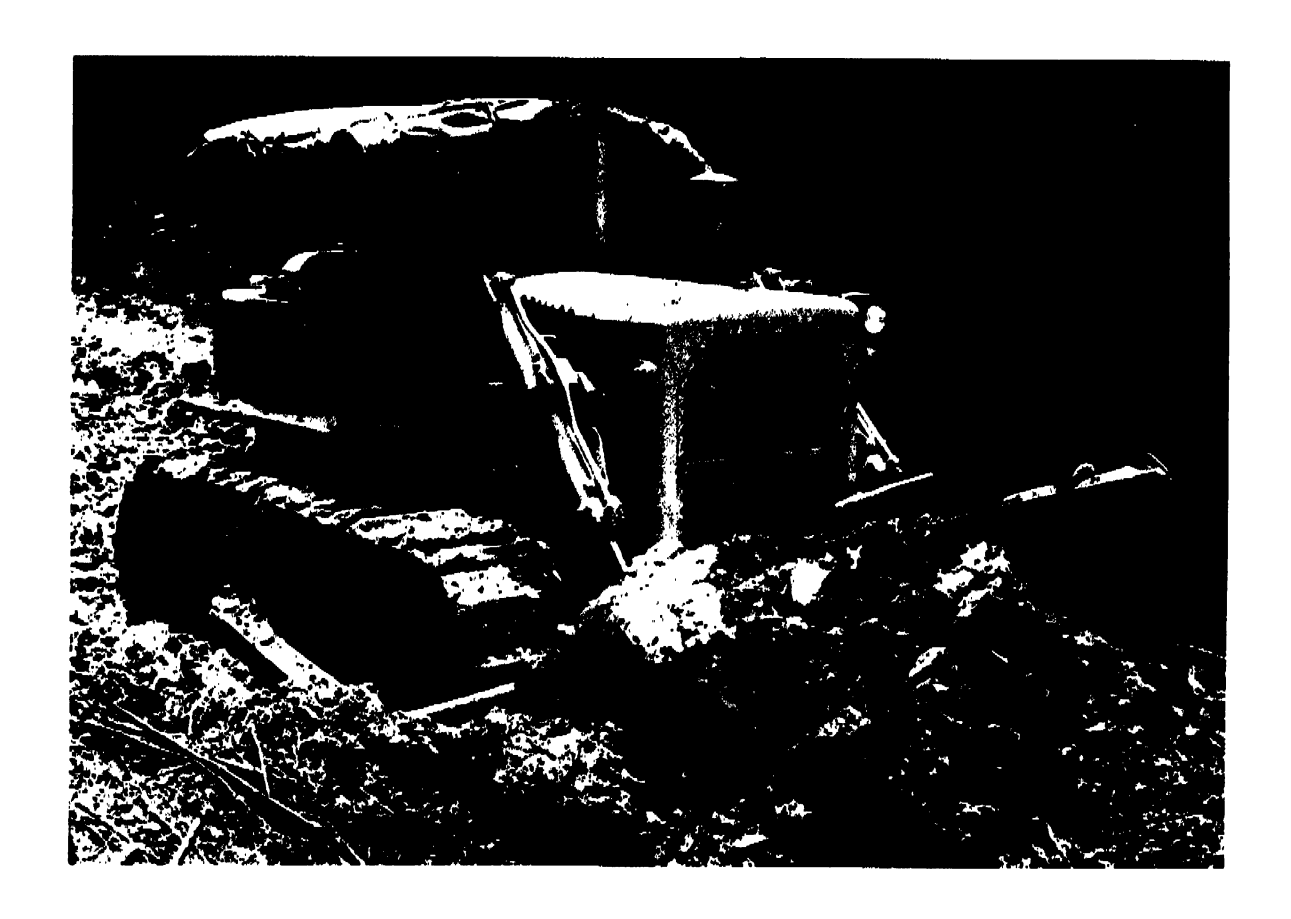
FAO. Glossaire multilingue de la science du travail en forêt, Rome.

FAO. Exploitation et transport des grumes en forêt dense tropicale, Rome

Hafner, F. 1971 Construction des routes forestières, Vienne (en Allemand)

Heinrich, R. 1976 Problèmes de construction des routes forestières en forêt dense tropicale, Rapport technique, FAO, Rome

Sedlak, O. 1978 Planification pratique détaillée des routes forestières, Rapport technique, FAO, Rome



Tracteur lourd effectuant la formation de la plate-forme
(Photo: O. Sedlak)



Perforatrice montée sur tracteur utilisée dans la construction des routes forestières en montagne (Photo: E. Pestal)

APPORT DES MACHINES DANS LA CONSTRUCTION DES ROUTES FORESTIERES SPECIALEMENT DANS LE TRAVAIL A L'EXPLOSIF EN REGIONS MONTAGNEUSES

par

Willibald Blaha

Forstabteilung,
Niederosterreichische Landes-Landwirtschaftskammer 1/

1. INTRODUCTION

La construction de routes forestières modernes par la Chambre d'agriculture a débuté il y a environ 26 ans dans la province de Basse-Autriche, qui est la province fédérale la plus étendue dans le nord-est de l'Autriche. Ces routes étaient construites surtout pour desservir les petites propriétés foncières (jusqu'à 400 ha) dans les régions de collines et de montagnes. Depuis cette époque, l'apport des machines a constamment et considérablement évolué. Aux premiers jours de la mécanisation de la construction des routes en Autriche on avait recours uniquement aux angledozers. Ces machines provenaient des surplus militaires laissés à la fin de la seconde guerre mondiale. Les forestiers autrichiens virent l'intérêt de ces machines pour la pénétration des forêts par la construction de routes et élaborèrent de nouvelles méthodes de planification adaptées aux énormes capacités de ces machines.

2. EVOLUTION DE LA CONSTRUCTION DES ROUTES FORESTIERES

Au début on utilisa des angledozers de taille moyenne (8 à 10 t) pour ouvrir la plate-forme de la route, pour l'extraction du gravier nécessaire à la couche de fondation et enfin pour une mise en forme rudimentaire. Le talutage, la construction des ponceaux, le creusement des fossés et le chargement des matériaux nécessaires aux fondations étaient exécutés à la main. Les matériaux de fondation étaient transportés par des tombereaux tirés par des chevaux ou des tracteurs agricoles. L'équipement et le personnel de construction consistaient en un angledozer et son conducteur, une équipe d'ouvriers non spécialisés pouvant aller jusqu'à 20, un grand nombre de tombereaux et de tracteurs agricoles et, en terrain rocheux, d'un ou deux compresseurs actionnant des perforatrices pneumatiques. A l'heure actuelle, des considérations économiques demandent une pénétration plus rapide des forêts. Avec une progression sur des terrain de plus en plus difficiles, un manque de main-d'oeuvre provoqué par les migrations vers les zones industrielles, et un degré élevé de mécanisation des méthodes de construction des routes, la part des dépenses d'équipement est passée d'environ 50 à 95 pour cent à peu près du coût total de la construction de la route.

3. SITUATION ACTUELLE

A l'heure actuelle, on utilise différents types d'équipement pour la construction des routes, selon le terrain et les facteurs géologiques comme on le verra ci-dessous:

Situation A

Conditions de terrain faciles, pentes pas trop fortes et présentant peu de roches:

Angledozer	16 t, 120 kw	ouverture de la plate-forme, talutage
Petite excavatrice	7 t, 50 kw	fossés latéraux, petits ponceaux
Niveleuse	12 t, 100 kw	fossés en V, mise en forme
Contremaître, ouvrier spécialisé		conduite des travaux et de l'équipement, travaux à l'explosif
Travailleurs non spécialisés: 1 à 2		forage, assistants des conducteurs

1/ Chambre d'agriculture de Basse-Autriche, Division forestière.

Si nécessaire:

Compresseur, faisant fonctionner 1 ou 2 perforatrices à air comprimé; 2 à 2,5 m3 d'air/min; 6 bars	0,8 t, 20 kw	petits travaux à l'explosif
Excavatrice lourde (hydraulique)	18 t, 50 kw	grands ponceaux, ouvrages de protection faits de blocs de rocher

Situation B

Terrain difficile, escarpé et rocheux, virages en épingles à cheveux nécessaires:

Excavatrice lourde sur chenilles	10 t, 110 kw	ouverture de la plate-forme, talutage, remblayage, évacuation des débris des explosions
Petite excavatrice	7 t, 50 kw	fossés latéraux, petits ponceaux
Niveleuse	12 t, 100 kw	fossés en V, mise en forme
Excavatrice lourde (hydraulique)	18 t, 50 kw	virages en épingles à cheveux
Perforatrice montée sur chenilles; 8,5 m3 d'air à la minute; 10 bars	15 t, 95 kw	gros travaux à l'explosif
Contremaître		conduite des travaux
Ouvrier spécialisé (artificier):	1	explosif, travaux de protection
Ouvriers bon spécialisés:	2 à 3	forage, assistance aux conducteurs

Situation C

Conditions de terrain extrêmement dangereuses en raison des pentes très escarpées et formées de rocher compact; il faut éviter les dommages aux peuplements et aux biens publics ou privés:

Excavatrice lourde (hydraulique)	18 t, 50 kw	ouverture de la plate-forme au moyen de tranchées de "retenue", construction de murs de pierres sèches faits de gros blocs de rochers afin de retenir les déblais de la pente supérieure, chargement des bennes avec l'excédent des matériaux
Perforatrices (comme ci-dessus)		
Artificier:	1	
Ouvriers non spécialisés:	1 à 2	
Camions-bennes (si nécessaire)	25 t, 110 kw	transports longitudinaux
Niveleuse	12 t, 100 kw	mise en forme

Situation D

Pour la construction des couches de fondation et de surface:

Excavatrice lourde sur chenilles ou excavatrice lourde hydraulique	17 t, 110 kw) 18 t, 50 kw)	chargement et étalement du gravier ou des pierres
Camions lourds (3 essieux)	25 t, 110 kw	transports
Excavatrice sur chenilles	11 t, 65 kw	nivelage de la couche de fondation
Niveleuse	10 t, 70 kw	nivelage de la couche de surface
Rouleau vibrant	9 t, 95 kw	compactage poussé de la route
Contremaître		conduite des travaux

4. EVALUATION DES RENDEMENTS ET DES COUTS DANS LA CONSTRUCTION DES ROUTES

Les quelques exemples donnés ci-dessous permettent une évaluation approximative des coûts.

Situation A

Avec un rendement de 80 à 200 m par jour de travail (10 heures), le coût s'élèvera à 4 700-16 000 dollars E.-U. par km, soit une moyenne de 6 700 dollars E.-U. par km.

Situation B

Pour un rendement de 30 à 80 m par jour, le coût sera de 16 700 à 33 300 dollars E.-U. par km; moyenne 23 300 dollars E.-U. par km.

Situation C

Rendement retenu de 50 à 70 m par jour. Le coût est de 57 000 à 85 000 dollars E.-U. par jour; moyenne 70 000 dollars E.-U- par km.

Situation D

Pour un rendement de 170 à 250 m par jour, le coût prévu est de 7 300 dollars E.-U. au km; coût moyen 10 700 dollars E.-U. par km.

5. FORAGE DANS LA ROCHE ET TRAVAIL A L'EXPLOSIF EN MONTAGNE

Après avoir pourvu de voies de pénétration la plupart de nos forêts situées sur terrain facile, il nous faut maintenant rendre accessibles aux camions celles qui se trouvent en terrain accidenté et rocheux. Dans le passé, entre les deux guerres mondiales, les grumes de ces dernières étaient transportées sur de longues distances au moyen de chariots tirés par des chevaux ou des boeufs, des traîneaux en bois ou des dévaloirs en bois travaillant par gravité.

Le besoin de desservir par routes nos forêts de protection vient aussi bien de la production de bois que de la régénération de peuplements ayant dépassé leur maturité. Par conséquent, le travail à l'explosif dans le rocher devient de plus en plus nécessaire.

Toutefois, les méthodes de forage et d'emploi des explosifs font encore des progrès, et le forage mécanisé à grande profondeur avec percussion interne est largement pratiqué dans la construction des routes. Aujourd'hui cette méthode est préférable aux autres telles que perforatrices à main, perforatrices à percussion extérieure et perforatrices tournantes. Elle s'applique à toutes sortes de roches: granit, calcaire, dolomite, etc. Cette perforatrice est montée sur un tracteur à chenilles ou à roues; l'air nécessaire (8,5 m3 par minute, 10 bars) pour alimenter le marteau percuteur et chasser

la poussière est fourni par un compresseur monté sur le châssis. Pour une route de 5 m de large il suffit de forer un seul trou horizontalement, juste au-dessus de la plate-forme prévue, parallèle à la direction de la route, du côté intérieur de la pente à ouvrir, mais à condition que la pente du terrain ne dépasse pas 70 à 80 pour cent. Si la pente dépasse ces chiffres ou que la plate-forme doive faire plus de 5 m, il peut être alors nécessaire de pratiquer plus d'un trou. Les perforatrices montées sur machines peuvent forer des trous de 10 à 15 m de long (80 mm de diamètre).

Le rendement de telles machines, qui ne font pas l'objet de fabrication en série mais sont montées par des mécaniciens expérimentés, va de 5 à 30 cm à la minute. En moyenne, pour placer la machine, exécuter le forage, éloigner l'équipement pour le mettre en sureté, disposer l'explosif et effectuer la mise à feu, il faut environ une heure pour un simple trou de 10 mètres.

La charge est composée de cartouches remplies de gélatine donarit (60 mm x 700 mm) et de tubes de plastique remplis de débris; la mise à feu se fait au moyen d'un détonateur électrique placé au fond du trou et d'un cordon détonant de dynamite.

Il ne fait aucun doute que pour obtenir de bons résultats en toute sécurité il convient d'employer un artificier expérimenté; lui seul sera capable de situer les forages correctement et de préparer les charges exactes afin d'éviter les dommages sur la pente située en dessous de la route.

6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'emploi d'excavatrices sur chenilles ou hydrauliques au lieu d'angledozers représente un grand avantage. Si les conditions de terrain sont difficiles, les remblais et l'évacuation des débris des explosions peuvent se faire à l'aide de ces machines avec suffisamment de soin pour éviter tout dommage à l'environnement et à la pente sous la route forestière. Il faut insister sur le fait que le même ingénieur doit être responsable de la planification et de la construction.

La construction des routes forestières sera à la fois économique et protégera le paysage si le forestier, le contremaître, les ouvriers spécialisés ou non forment une véritable équipe bien entraînée, coordonnée et expérimentée.

L'entraînement permanent de cette équipe devrait être la tâche principale du forestier responsable. Grande efficacité et rapidité du travail peuvent être une constante tentation pour le forestier et son équipe de défigurer le paysage et de causer de sérieux dommages aux ressources naturelles. Ils doivent donc avoir toujours à l'esprit que la construction de routes n'est pas une fin en soi. Son objectif, au contraire, est d'aider à pratiquer une bonne foresterie.

7. RESUME

L'idéal pour la construction des routes forestières est d'utiliser une combinaison de machines très spécialisées au lieu d'une machine à fonctions multiples. Cela demande une planification efficace, une bonne supervision et une équipe constamment entraînée.

APPLICATION PRATIQUE DES METHODES D'ESSAIS DE SOL AUX ROUTES FORESTIERES

par

Johann Eisbacher

Forstliche Bundesversuchsanstalt 1/

1. INTRODUCTION

Les routes forestières, pour remplir leurs objectifs, doivent pouvoir supporter le trafic de charges lourdes, en temps voulu et à la vitesse appropriée.

Sur les routes principales qui peuvent avoir une ou deux voies, des charges de 500 à 5 000 m3 par an sont transportées à des vitesses atteignant 40 km/h. Ces routes desservent également des forêts de récréation. Elles supportent donc également un trafic privé à des vitesses atteignant 60 km/h. La charge par essieu peut atteindre 16 t, étant donné que ces routes sont utilisées par des camions avec remorque ou semi-remorque, ensembles atteignant un poids total de 38 tonnes.

Les routes secondaires supportent des charges de l'ordre de 500 m3 par an au maximum à une vitesse de 20 km/h et ne desservent que l'exploitation. Cependant elles doivent être prises en considération lors de l'élaboration des plans de construction. Les pistes de débardage ne sont accessibles qu'aux véhicules tout-terrain, traîneaux, chariots à chevaux, etc. et ne sont utilisées que de temps en temps.

Si les matériaux locaux servant à la construction ont une force portante faible, il faut prévoir une couche de renforcement faite de matériaux criblés ou naturels, gravier et sable, mélangés avec un liant (bitume, ciment). Les routes secondaires peuvent être renforcées légèrement seulement, mais utilisables toute l'année, ou bien non renforcées mais alors accessibles temporairement. Ce dernier type de route (routes de beau temps) ne supportent les camions que lorsque la chaussée est sèche ou gelée.

Les routes forestières doivent être suffisamment résistantes aux influences mécaniques, climatiques et bactériologiques. Les méthodes correctes de construction et la sécurité du trafic ne peuvent être garanties que si on dispose des données fournies par les méthodes d'essais des sols qui contribuent à déterminer la qualité et la stabilité d'une route. De telles données influencent de façon décisive les méthodes de terrassement utilisées dans certains projets. Il existe des procédés simples permettant des essais de sol sans équipement spécial, ni méthodes laborieuses et compliquées, qui donnent une description exacte des sols et de leurs qualités en se référant à des tableaux et à des courbes. La plupart des méthodes correspondent à des procédés standardisés. Les essais doivent toujours être effectués par des experts si on veut obtenir des résultats fiables.

Etant donné qu'il existe un très grand nombre de méthodes d'essais des sols, seules les plus importantes seront mentionnées dans ce cours, et les différentes opérations ne sont pas décrites en détail. De plus, nous ne décrirons que les méthodes modernes mécanisées étant donné que ce sont les plus employées en construction de routes forestières. La stabilisation au moyen de chaux, de bitume, de ciment ou de produits chimiques est d'importance mineure. La stabilisation mécanique consiste à augmenter les frictions internes par une meilleure distribution de la dimension des éléments du sol et par le compactage.

Sur les lieux de la construction de la route, un expert en mécanique des sols classifie visuellement les sols selon leurs propriétés. Lors d'essais sur les lieux le sol est analysé et décrit. Toutefois, bien qu'une analyse rapide soit importante, elle n'est pas suffisante pour une exacte évaluation. Des données valables ne peuvent être obtenues qu'à partir d'essais mécaniques. Pour évaluer de façon précise les résultats

1/ Institut fédéral de recherches forestières, Vienne.

d'un essai, il est important de savoir si les échantillons provenaient de sol naturel et non remué, de sol plus ou moins remué, ou de matériel malaxé. Les essais sont faits dans un laboratoire de terrain sur les lieux de la construction ou dans un laboratoire normal.

2. CLASSIFICATION SOMMAIRE DES PROPRIETES DES SOLS

Pour une classification sommaire des propriétés des sols, on utilise des méthodes visuelles ou manuelles.

2.1 Méthodes visuelles

La taille, le poids et le pourcentage des grains sont estimés, et les couleurs notées, à l'aide de méthodes visuelles.

a) Eléments du sol

On prélève à la main des échantillons du sol et on les étale sur une surface appropriée. Les particules sont alors comparées en se référant à des tables ou à des objets d'usage courant. On utilise les catégories suivantes:

Pierres: morceaux plus gros qu'un oeuf de poule

Gravier: plus petit qu'un oeuf de poule mais plus gros qu'une tête d'allumette

Gros sable: plus petit qu'une tête d'allumette jusqu'aux grains juste visibles à l'oeil nu

Sable fin: le limon et l'argile ne sont pas visibles à l'oeil nu; il faut donc procéder à un essai manuel.

b) Couleur

La couleur exacte du sol ne peut être déterminée qu'en pleine lumière du jour et si ce sol a été fraîchement prélevé. Les changements de couleur résultant de l'exposition à l'air doivent être notés. Une couleur sombre du sol indique la présence de matières organiques et est donc importante à signaler.

2.2 Méthodes manuelles

A l'aide de simples essais faits avec la main ou avec les doigts on peut déterminer les particules fines ou grossières ainsi que la plasticité du sol.

2.2.1 Stabilité à l'état sec

Des échantillons séchés à l'air, au soleil ou au four présentent une résistance variable à une pression des doigts; cela indique clairement la stabilité du sol à l'état sec. Elle est complètement nulle si l'échantillon s'effrite à la moindre touche. La stabilité à l'état sec est élevée si l'échantillon ne peut être brisé qu'entre les doigts.

2.2.2 Essai par agitation

On détermine par cette méthode la réaction des sols à l'agitation, particulièrement les sols limoneux.

L'échantillon doit être de la taille d'une noix et humidifié. Il est secoué dans le creux de la main. Lorsque l'eau apparaît à la surface il devient brillant. Sous la pression des doigts l'eau disparaît de nouveau; sous une pression plus forte, il commence à s'effriter. Si on le secoue de nouveau, les particules s'agglomèrent de nouveau et l'essai peut être répété. Le temps qu'il faut à l'eau pour apparaître à la surface ou pour disparaître sous la pression est un indicateur des propriétés du sol.

2.2.3 Essai par pétrissage

On peut déterminer la plasticité d'un sol et sa teneur en limon et en argile par pétrissage.

On prend un échantillon de sol, mou mais non collant, que l'on roule sur une surface lisse pour former un rouleau de 3 mm de diamètre. On le pétrit de nouveau en motte. Le roulage et le pétrissage provoquent une perte en eau. Le sol a:

a) une faible plasticité si on ne peut pétrir une motte cohérente à partir du rouleau;

b) une plasticité moyenne si la motte s'émiette sous la pression des doigts;

c) une plasticité élevée si la motte peut être pétrie sans s'émietter.

2.2.4 Essai par frottement

Cette méthode permet d'apprécier les proportions de sable, de limon et d'argile.

Un petit échantillon de sol est frotté entre les doigts, parfois sous l'eau. La proportion de grains de sable peut être estimée selon le degré de rudesse, le crissement et le grattement. Les sols argileux semblent gras et collent aux doigts; lorsqu'ils sont secs ils ne s'enlèvent que par lavage. Les sols limoneux semblent doux et farineux; ils partent quand on souffle dessus s'ils sont secs.

2.2.5 Essai par coupe

On coupe avec un couteau un échantillon de sol humide, si la surface de coupe est brillante, le contenu en argile est élevé. Une surface terne indique du limon ou du limon argilo-sableux ayant une faible plasticité.

Pour examiner les éléments organiques d'un sol et le degré de décomposition des particules organiques il doit être senti et pressé par un expert.

3. ESSAIS PRECIS

3.1 Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau établit la qualité d'un sol et influence d'une manière précise ses caractéristiques telles que son aptitude au compactage, sa force portante et sa résistance au gel. La teneur en eau est exprimée par le poids de l'eau des interstices par rapport au poids des particules après séchage à une température de 105°C.

$$\text{Teneur en eau}_u = \frac{M_u - M_d}{M_d} \times 100$$

M_u = masse de l'échantillon avant séchage

M_d = masse de l'échantillon séché au four

3.1.1 Séchage au four

Le séchage au four d'un échantillon de sol est la méthode la plus sûre et par conséquent la plus utilisée. L'échantillon est séché jusqu'à ce que son poids reste constant, puis refroidi à la température de la pièce dans un dessiccateur. Puis on le pèse. La balance doit atteindre une précision de 0,1 pour cent du poids de l'échantillon et l'erreur maximum admise est de 0,05 gramme.

De gros échantillons ne peuvent être pesés sur les balances de précision et ne tiennent pas dans les dessiccateurs. On utilise alors des balances ordinaires et la pesée se fait l'échantillon étant encore chaud; la tolérance est de ± 10 grammes.

La dimension de l'échantillon dépend du type de sol et doit varier entre 10 et 10 000 grammes pour le limon, le sable grossier et le gravier.

3.1.2 Essai au carbure de calcium

De petits échantillons peuvent être analysés sur place pour déterminer leur teneur en eau. Un échantillon pesé avec précision est placé dans un flacon en acier dans lequel on a ajouté une ampoule contenant une certaine quantité de carbure de calcium et quelques billes d'acier. Le couvercle du flacon porte un manomètre. On secoue fortement le flacon de sorte que l'ampoule se brise et le carbure de calcium se combinant avec l'eau de l'échantillon produit de l'acétylène qui se mélange avec l'air. Quand ce mélange est stabilisé, on relève la pression,et la teneur en eau est calculée d'après une table. On utilise également d'autres méthodes pour déterminer la teneur en eau: pycnomètres à air ou pesée par immersion. Le chauffage à l'infrarouge et la calcination de petits échantillons sont des méthodes très rarement utilisées.

3.1.3 Essai à l'essence

On emploie cette méthode pour les sols de sable grossier ou sableux. Un échantillon frais est pesé et placé dans une bassine en métal. On verse de l'essence dessus, et on y met le feu tout en remuant avec une barre de fer. La chaleur de la combustion sèche l'échantillon. On pèse de nouveau et, sur la base de la différence de poids, on calcule la teneur en eau.

3.2 Détermination de l'état d'un sol

Les limites d'Atterberg pour les sols, qui sont des indices de cohésion constituent des données importantes pour déterminer la plasticité et l'aptitude au compactage d'un sol. Ces limites indiquent les points auxquels se produit le passage d'un état à un autre et sont exprimées en pourcentage de teneur en eau.

limite de liquidité w_f : passage de l'état liquide à l'état plastique

limite de plasticité w_a : passage de l'état plastique à l'état semi-solide

limite de retrait : passage de l'état semi-solide à l'état solide

En dessous de cette limite, une diminution de la teneur en eau ne provoque aucun changement notable du volume.

La plasticité w_{fa} indique un état dans lequel le sol est pétrissable. L'indice de plasticité est exprimé en pourcentage et indique la différence entre la limite de liquidité et celle de plasticité ($w_{fa} = w_f - w_a$). L'état d'un sol dépend de sa teneur naturelle en eau (w_n) et peut être calculé à l'aide d'un coefficient (k_w) de la façon suivante:

$$k_w = \frac{w_f - w_n}{w_{fa}}$$

k_w	- états:
< 0	liquide
0	limite de liquidité
0 - 0,50 ...	visqueux
0,50 - 0,75	mou
0,75 - 1,00	ferme
1,00	limite de plasticité
$> 1,00$	semi-solide à solide

Afin de trouver les limites de plasticité d'un sol, les valeurs de la limite et l'indice de plasticité sont portés sur un graphique qui a été imaginé par A. Casagrande.

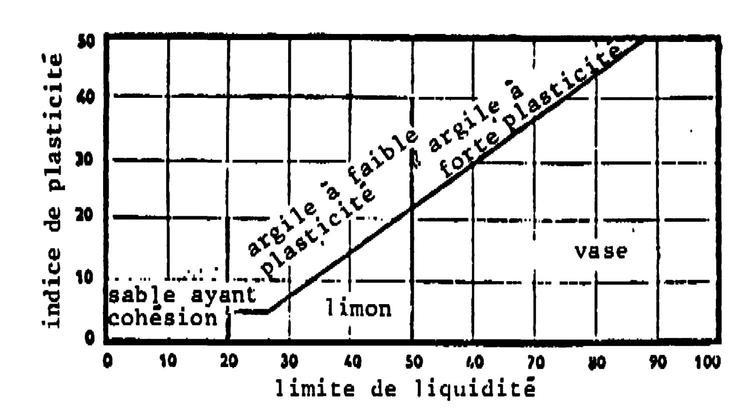


Fig. 1 - Graphique de plasticité

A partir des valeurs calculées et du graphique, on peut étudier la plasticité du type de sol et déterminer facilement son aptitude au compactage. En pratique la limite de liquidité est trouvée au moyen d'une méthode imaginée par Casagrande. Des échantillons ayant des particules de dimensions <0,4 mm et présentant des teneurs en eau variées sont disposés dans des coupelles. Un petit sillon est creusé sur chacun des échantillons. Les coupelles sont alors mises dans un appareil manipulé par un manche que l'on tourne. Les coupelles frappent alors le fond jusqu'à ce que les sillons se ferment. Le nombre de coups et la teneur en eau sont relevés sur une feuille de papier. Les quatre ou six valeurs trouvées sont combinées ensemble et la teneur en eau après 25 coups est exprimée en pourcentage.

Les échantillons sont étalés sur une surface absorbante jusqu'à une épaisseur de 3 mm (limite de plasticité). Le procédé est répété jusqu'à ce que l'échantillon commence à s'émietter, et la teneur en eau des particules est alors déterminée.

3.3 Détermination de la granulométrie

La dimension des grains est calculée au moyen du diamètre d'une sphère qui peut passer par les mailles d'un même tamis et a la même vitesse de sédimentation dans l'eau. La valeur de la granulométrie indique la proportion des différentes dimensions des grains existants dans un sol donné. La distribution des différents grains est représentée par une courbe.

Cette analyse mécanique est employée pour déterminer la composition d'un sol naturel ou d'une couche de fondation. L'échantillon est placé dans une série de tamis et séparé en catégories.

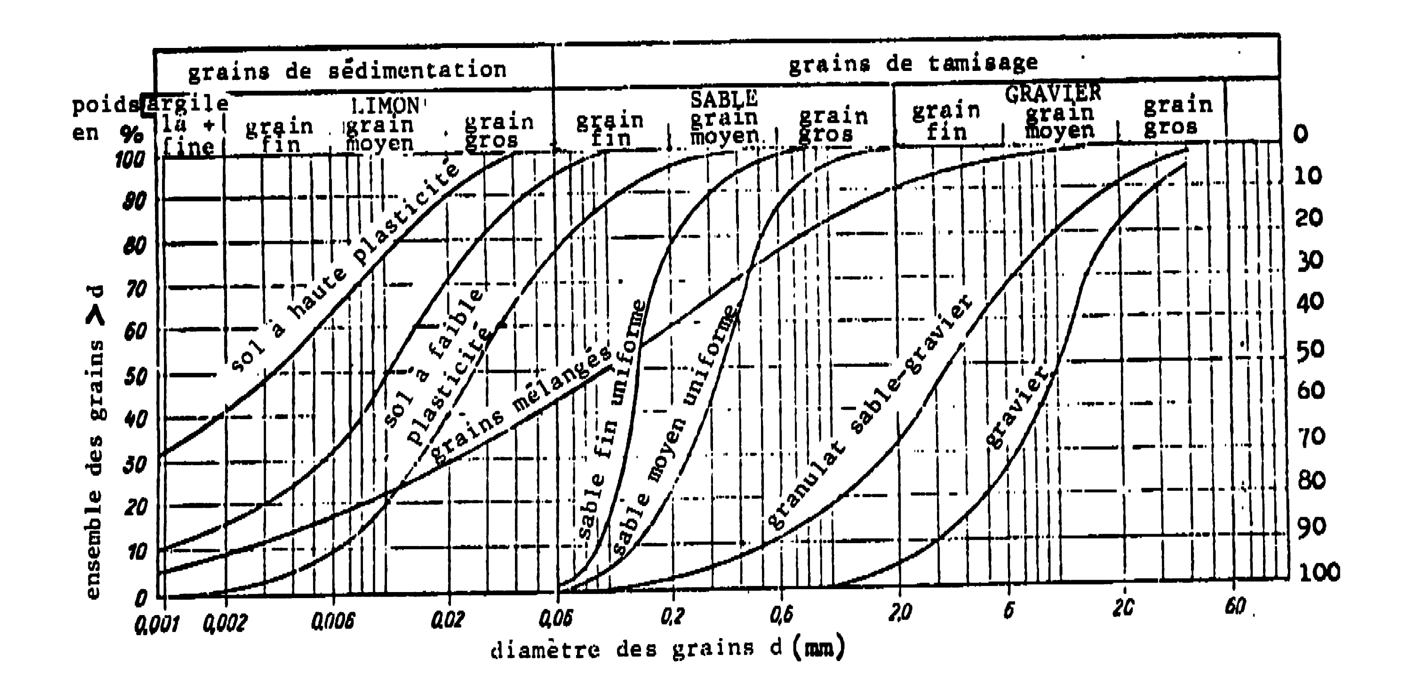


Fig. 2 - Courbes caractéristiques de distribution des grains

Il existe deux groupes principaux:

a) Grains de sédimentation avec des particules d'argile de diamètre < 0,002 mm et de limon ayant un diamètre compris entre 0,002 et 0,06 mm. La dimension des grains et leur répartition sont déterminées par l'analyse de la sédimentation dans l'eau.

b) Grains obtenus par tamisage avec des grains de sable de 0,06 à 2 mm de diamètre et des graviers de 2,0 à 60 mm. La dimension des grains et leur répartition se déterminent par tamisage à sec.

Une structure à grains mélangés contient des grains de sédimentation et des grains de tamisage. On l'étudie en tamisant jusqu'à un diamètre de 0,063 mm puis ensuite par analyse de la sédimentation. Dans un mélange de sols, les grains doivent être distribués de telle façon que les espaces entre les gros grains soient remplis par les grains fins; il faut qu'il y ait le moins d'espaces vides possible. La courbes de distribution des grains d'un matériau destiné à une route dans le cas le plus favorable est une parabole quadratique. Si p représente le pourcentage de matériau passant au travers d'un tamis de maille d, et si d_o correspond au grain le plus petit et D le plus gros, l'équation s'écrit ainsi:

$$p = \frac{d^m - d_o^m}{D^m - d_o^m} \times 100$$

L'exposant parabolique pour un mélange convenable est $0,40 < m < 0,55$.

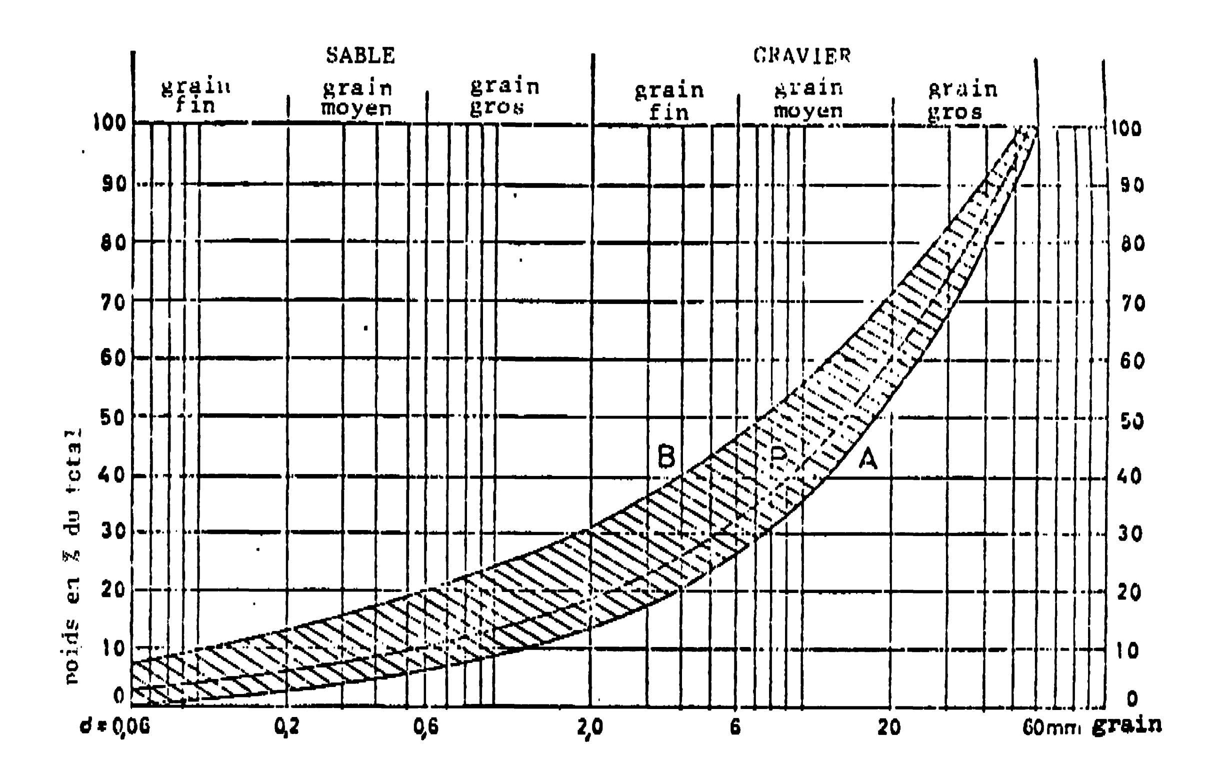


Fig. 3 - Courbe de distribution des grains dans un mélange de minéraux concassés
A, B courbes limites des tamis
P parabole quadratique

3.4 Détermination de la densité de Proctor

Les sols ayant une cohésion ou n'en ayant pas ont une densité optimum. Elle peut être déterminée en laboratoire au moyen du test de Proctor et est appelée compactage simple de Proctor (100 %). C'est le compactage qu'un sol type peut atteindre lorsque sa teneur en eau est la plus favorable à la construction, et est appelé poids du volume sec. Dans ce contexte, on distingue entre les sols difficiles ou faciles à compacter. Dans le premier groupe figurent tous les types de sols ayant une cohésion, les sols à granulométrie uniforme mais sans cohésion ou peu de cohésion mais une granulométrie de U = 1,5 à 3, et les roches tendres ou dures. Les sols faciles à compacter sont les sables à bonne granulométrie ou les mélanges de sables et de gravier, ou les sols sans cohésion ou à faible cohésion ayant U => 7,0. Les sols sans cohésion ou avec faible cohésion ayant U = de 3 à 7 demandent un compactage intense.

La non-uniformité normale est $U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$. Dans cette formule d_{60} et d_{10} sont les dimensions de grains qui correspondent aux 60 pour cent et 10 pour cent portés en ordonnée de la courbe de distribution des grains. Les sols dont U est $\leqslant$ 5 sont appelés sols uniformes et les sols dont U est $\geqslant$ 5 sont appelés non uniformes.

Description de l'essai

A un échantillon séché à l'air et ayant une dimension de grain < 7 mm, on ajoute de l'eau jusqu'à ce que la teneur soit de 5 à 6 pour cent en dessous du pourcentage estimé optimum. L'échantillon, parfaitement mélangé, est introduit en trois couches dans un cylindre étalonné. Chaque couche est compactée par la chute d'un poids en 25 coups.

Le cylindre et l'échantillon compacté sont séchés ensemble. On détermine alors le poids du volume sec. On extrait une petite quantité de l'échantillon au centre de celui-ci et on mesure sa teneur en eau. La même expérience est répétée avec des échantillons ayant une teneur en eau de 2 à 3 pour cent plus grande, jusqu'à ce que le poids du volume humide décroisse. Toutes les valeurs sont reportées sur un diagramme et le résultat obtenu est la courbe de Proctor. Le poids du volume sec au sommet de la courbe est la plus haute valeur que l'on puisse atteindre dans les conditions d'un essai donné. Le volume de l'échantillon compacté doit toujours être noté afin de connaître la différence de poids sec entre l'échantillon sur le terrain et celui en laboratoire avec une densité Proctor de 100 pour cent. Si l'échantillon testé en laboratoire a un poids de volume sec de 1,80 g/cm3 et celui sur le terrain de 1,71 g/cm3, cela signifie que l'on a atteint une densité Proctor de 95 pour cent.

Si au cours du compactage on atteint 90 pour cent de la densité Proctor, on peut espérer que le trafic achèvera la mise en place des éléments. Il est donc important de vérifier la teneur en eau d'un sol ayant une certaine granulométrie au cours de son extraction au moyen du test de Proctor. Il faut qu'il y ait une teneur en eau optimum pour garantir un bon compactage.

3.5 Détermination de la déformation

Les essais de portance au moyen d'un plateau sont employés quand aucun autre essai de compactage ne peut être employé comme, par exemple, les collines de rocaille.

Ces essais servent à déterminer le degré de déformation (E_v) ou l'indice d'assiette (k) d'une route recouverte de gravier dont la couche de fondation n'est liée ni au bitume ni au ciment. Ils sont appliqués dans tous les cas où les autres essais échouent, c'est-à-dire pour les matériaux à grains grossiers, pierreux ou rocheux.

Etant donné que les essais de portance avec un plateau ne peuvent se faire que sur le terrain et que la dépense en temps, en équipement et en matériel est élevée, ils sont rarement utilisés dans la construction des routes forestières.

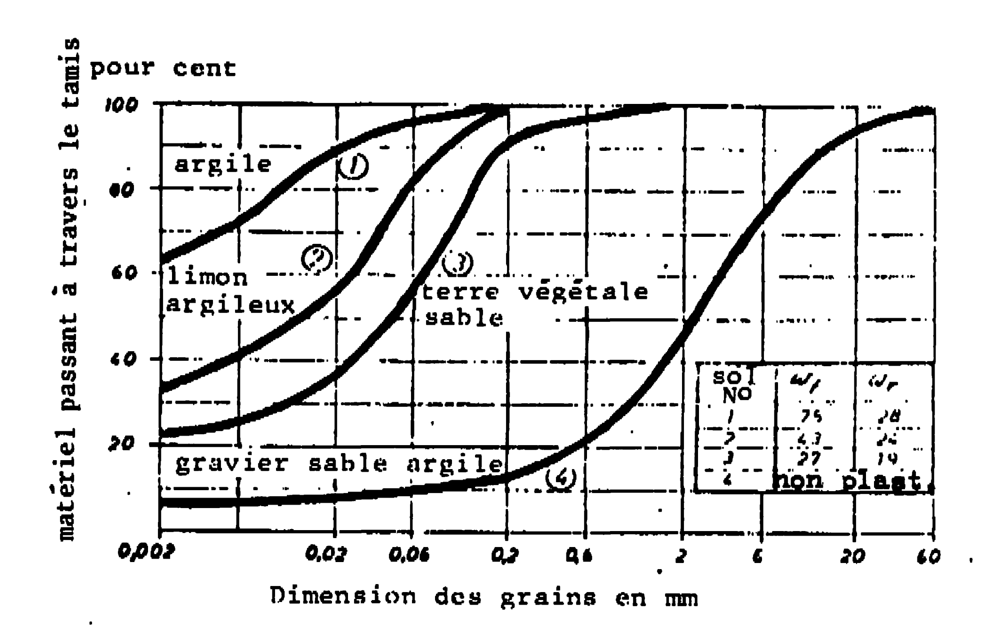
L'essai CBR (Indice portant de Californie) qui est employé sur une grande échelle dans les pays non européens est beaucoup plus important que le précédent. Il s'agit d'une méthode empirique servant à déterminer la force portante relative du sous-sol. Cette méthode mise au point aux Etats-Unis est normalisée. La résistance à la déformation d'un sol qui a été d'abord compacté en laboratoire est déterminée au moyen d'un appareil à rainurer. La résistance à la déformation est définie par le compactage que doit présenter un sol pour tolérer une rainure de 1,25 mm par minute.

Le compactage de l'échantillon est comparé à un échantillon standard (roche concassée criblée) compacté dans les mêmes conditions et soumis à un rainureur de même course. L'indice de compactage est exprimé en pourcentage. Les valeurs CBR dans les gammes 15 à 40 pour cent et 40 à 100 pour cent indiquent de bonnes caractéristiques de sol et celles allant de 70 à 100 pour cent excellentes.

3.6 Détermination de la capillarité

Il est important de connaître la hauteur de capillarité des sables et graviers fins si on doit les employer comme matériaux de protection contre le gel. La hauteur de capillarité doit rester en dessous de la couche de protection. En général un sol est sensible à la gelée lorsque son degré de non-uniformité U est inférieur à 5 et que plus de 10 pour cent de ses grains ont moins de 0,02 mm, ou si ces valeurs sont $U \rightarrow 15$ et 3 pour cent des grains en dessous de 0,02. Au cours du gel un tel sol attire de l'eau dans la couche gelée (eau du sous-sol ou d'écoulement) qui se dépose en couches de glace. Lorsqu'elles fondent, le sol devient saturé et mou et perd sa force portante.

Un sol exposé au gel peut être protégé en y ajoutant un matériau ayant une dimension de grain supérieure à 0,02 mm. L'addition de grosses pierres isolées n'est pas très utile; une bonne granulométrie est plus importante.



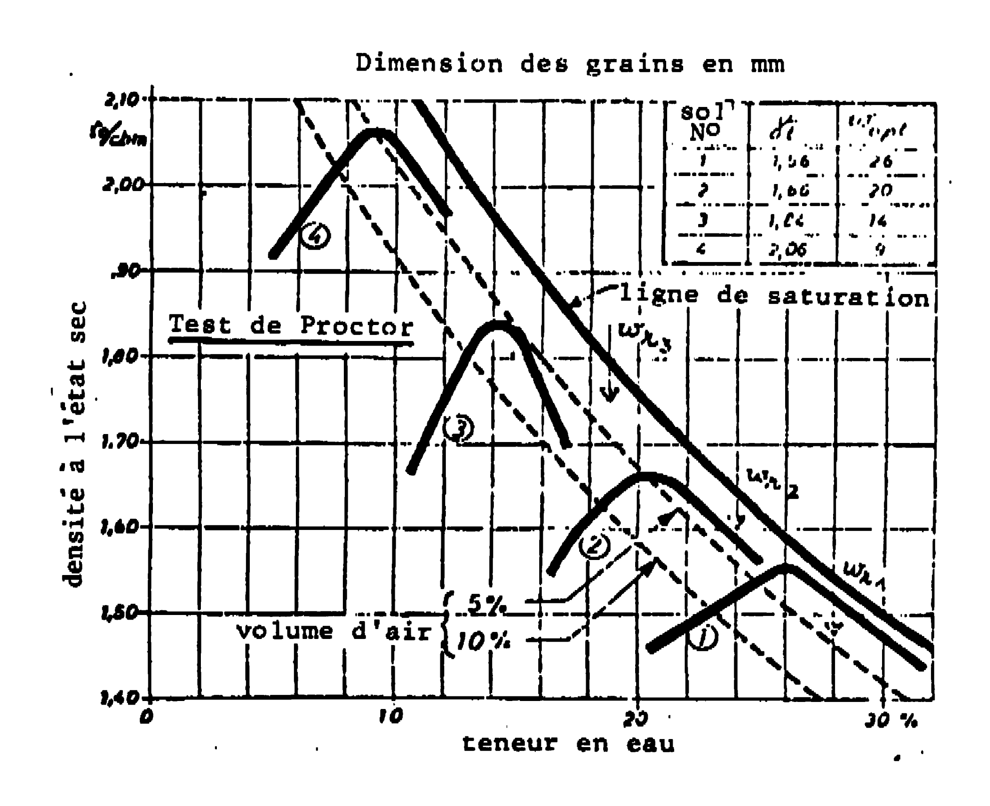


Fig. 4 - Courbe de compactage pour différents types de sols

L'appareil le plus simple pour déterminer la hauteur de capillarité jusqu'à 1 m est le tube dit ascendant; c'est un tube de verre ou de plastique transparent avec un fond pourvu de fines mailles. Le sol est séché au four puis mis dans le tube et tassé au moyen d'un pilon en bois. On place alors le tube dans un récipient d'eau et la limite de capillarité est indiquée par le changement de couleur du sol de clair à foncé. La dimension de l'échantillon dépend de la taille du tube et varie de 4 à 15 kg. Le diamètre du grain le plus gros ne doit pas dépasser un cinquième du diamètre du tube.

4. PRELEVEMENT ET TRAITEMENT DES ECHANTILLONS

Les échantillons destinés aux essais doivent être prélevés en des points représentatifs de la distribution moyenne des particules dans la nature. Pour étudier les types de sols d'une route existante, il faut prélever des échantillons de toutes ses couches. Le nombre d'échantillons à envoyer au laboratoire dépend principalement du diamètre de ses grains les plus gros (comme cela a été indiqué pour certaines méthodes), et les échantillons sont choisis pour donner un exemple représentatif du type de sol à examiner.

Les divers échantillons sont réunis, soigneusement mélangés, mis en tas puis divisés jusqu'à l'obtention de la quantité nécessaire aux essais.

On peut avoir besoin de déterminer l'uniformité des sols ayant de la cohésion. Dans ce cas les échantillons doivent être tenus dans des récipients sous vide jusqu'à leur examen. Pour les essais de densité - pour déterminer le compactage par exemple - les échantillons ne sont pas mélangés mais analysés séparément. Ils sont prélevés au moyen d'un outil spécial afin de ne pas les perturber. Les circonstances du prélèvement sont soigneusement enregistrées.



Participants assistant à un cours sur les essais de sols (Photo: T. Pasca)

STABILISATION DES REMBLAIS DES ROUTES FORESTIERES AU MOYEN DE TRAVAUX BIOLOGIQUES OU TECHNIQUES

par

Rudolph Heinrich

Division des industries forestières
Département des forêts de la FAO

1. INTRODUCTION

La condition essentielle pour une gestion moderne des forêts, spécialement pour la récolte du bois, est un réseau de routes forestières bien planifié et bien tracé. Il faut faire très attention, lorsqu'on planifie et trace les routes, particulièrement en montagne, à éviter ou minimiser l'érosion provoquée par celles-ci et ses conséquences pour l'environnement.

Les zones particulièrement sujettes à l'érosion, telles que les pentes escarpées sur des sols spécialement sensibles avec des bancs de roches plongeant en direction de la pente, doivent être évitées dans la mesure du possible.

L'érosion provoquée par la construction de routes et la perturbation du sol peut être évitée au moyen de procédés biologiques ou par des ouvrages d'art. Les pentes et les couloirs d'érosion adjacents à la route sont très souvent la conséquence d'un pâturage excessif qui dénude les collines et expose le sol au vent et à la pluie, mettant en danger la structure de la route. L'érosion se produit souvent sur les déblais et sur les remblais ainsi qu'à la sortie des drainages transversaux, des cours d'eau et à la surface de la route elle-même.

Ce rapport décrit brièvement comment il faut planifier et tracer efficacement les routes forestières afin de satisfaire aux normes techniques, amener le minimum de perturbation au sol au moyen de déblais et de remblais, afin de provoquer le moins possible d'érosion lors de la construction.

Les techniques de rétablissement de la végétation sont exposées en détail pour montrer comment les échecs concernant les pentes des remblais peuvent être évités. Certains types d'ouvrages de protection simples et peu coûteux sont également présentés.

2. PLANIFICATION, LEVE ET ETUDE DES ROUTES

Pour planifier le tracé d'une route, il faut disposer de bonnes cartes topographiques, de préférence à une échelle ne dépassant pas le 1:10 000ème. Les points principaux devant être desservis par la route forestière doivent être précisés et marqués sur la carte. Si on ne dispose pas de bonnes cartes comportant des courbes de niveau, il faut alors entreprendre un travail approfondi sur le terrain pour mesurer l'altitude de tous les points importants et relever en détail les particularités du terrain. Les routes forestières devant être des routes peu coûteuses, les méthodes de levé diffèrent notablement des méthodes classiques employées par les Ponts et Chaussées. Au cours des levés de reconnaissance, les points importants marqués sur la carte doivent être reportés sur le terrain. Le levé de la route consiste à mesurer les distances et les angles entre les sommets du polygone déterminés par les exigences géométriques de la route, qui dépendent des normes de la route. Les distances, les angles horizontaux et verticaux sont mesurés en chaque point au moyen d'un ruban, d'un clinomètre et d'une boussole à main. Il est bon de mesurer les alignements vers l'avant et vers l'arrière afin de pouvoir vérifier les mesures et exclure les erreurs de lecture. Cette méthode simple de levé s'est montrée très efficace et suffisamment précise pour ce type de routes peu coûteuses.

L'emploi de cette simple méthode de levé est un grand avantage, en particulier dans les terrains accidentés et difficiles, car il serait très coûteux et prendrait beaucoup de temps de faire de faire le levé au théodolite. Quand on trace les routes forestières il

faut bien penser à ce que les volumes des déblais et des remblais s'équilibrent en obtenant de ce fait le minimum de perturbation du sol. Si la pente dépasse 70 pour cent, il est conseillé de construire la route entièrement en banquette. On est souvent obligé de construire des murs de soutènement en maçonnerie de pierre, en troncs d'arbres ou en gabions afin de réduire davantage la perturbation du terrain par les remblais et les déblais, surtout sur les pentes escarpées et instables.

Sur de telles pentes, le tracé de la route à mi-flanc doit être évité. En général, la déclivité ne doit pas dépasser 10 pour cent. Ce n'est que dans des cas exceptionnels et sur de courtes distances que l'on peut admettre 12 pour cent. Dans les régions à fortes précipitations, le ruissellement à la surface du sol est considérable et sur les routes à forte déclivité il faut prendre des précautions spéciales pour les aménagements de drainage, tels que les fossés empierrés, les rigoles transversales, les ponceaux assez grands et fréquents, des gués et des ponts.

De plus, dans certaines conditions il est conseillé d'incliner la surface de la route d'environ 3 pour cent vers la pente aval. Cette méthode est surtout employée pour les routes en banquette. Ce dévers de la surface de la route présente l'avantage de permettre l'écoulement des eaux tombants sur la chaussée vers l'extérieur, réduisant ainsi les quantités d'eau s'accumulant dans les fossés amont, les rigoles et les ponceaux, et par conséquent les risques d'érosion. Toutefois, ce dévers ne doit pas être utilisé avec des surfaces de routes argileuses, celles-ci devenant très glissantes lorsqu'elles sont mouillées; ni dans le cas de remblais, surtout s'ils ne sont pas protégés par de la végétation.

Lorsque le dévers est pratiqué vers la montagne, l'eau de la chaussée s'écoule vers l'intérieur où un fossé amont, de préférence pavé, la recueille et la conduit à des ponceaux qui lui font traverser la route.

Les ponceaux doivent être protégés par des murs à leurs extrémités. Ils doivent être en nombre suffisant pour éviter l'érosion des fossés et du terrain à la sortie du ponceau. Ils doivent être assis solidement dans les fondations de la route. (La couche compactée au-dessus du ponceau doit être au moins égale au diamètre du conduit mais ne doit pas être inférieure à 50 cm pour éviter la destruction de ce dernier par le trafic.)

Selon l'importance des matériaux entraînés, des tubes en ciment préfabriqués de 30 à 60 cm de diamètre donnent des résultats satisfaisants. S'il faut des diamètres supérieurs, on utilise les ponceaux en tôle d'acier ondulée: ils sont faciles à transporter et à poser - mais ils coûtent beaucoup plus cher. On peut également, pour éviter les trop gros diamètres, poser deux tubes en parallèle pour constituer le ponceau.

La pente donnée aux ponceaux ne doit pas être inférieure à 3 pour cent mais ne doit pas dépasser 6 pour cent, car un écoulement trop rapide ou trop lent a une action nuisible sur les ouvrages de protection du ponceau.

Il faut veiller particulièrement au revêtement de la route. Un bon mélange de sols utilisé pour le revêtement doit être composé de grains tamisés 1/ et de grains de sédimentation afin qu'il ne reste pas d'espaces vides entre les gros grains.

3. PROTECTION DES PENTES ET STABILISATION

Avant toute chose, il est des plus important de déterminer l'origine des facteurs qui influencent l'instabilité des pentes afin de pouvoir être à même d'étudier les mesures de lutte et de restauration. Très souvent une mesure très simple permet d'obtenir le résultat souhaité mais il faut, parfois, combiner plusieurs de ces mesures pour rétablir la stabilité des pentes. Par exemple, sur une pente suintante, il peut être suffisant de drainer l'eau au moyen de fossés ou de drains remplis de pierres. Dans d'autres cas, il

1/ Les grains tamisés vont de 0,06 à 60 mm.

peut être aussi nécessaire de rétablir la végétation sur la pente car celle-ci ne s'installera pas seule ou prendra un temps trop long, et il faudra construire un mur de soutènement. Dans un projet de route de montagne aux Etats-Unis (Idaho), on a constaté que 80 pour cent de l'érosion en surface se produisait durant la première année sur les pentes perturbées; il est donc très important de stabiliser les talus aussitôt après la construction de la route.

3.1 Drainage des pentes

La méthode la plus simple pour drainer sûrement les sources et les eaux de surface est de creuser un fossé ou un réseau de fossés. Le fossé principal est creusé le long de la plus grande pente; les fossés secondaires ou latéraux sont disposés en arêtes de poisson. L'eau doit être collectée le plus près possible de son origine et conduite sans risque jusqu'au fossé de la route, à un ponceau ou à un cours d'eau voisin. Dans les zones de pentes accidentées où se produit un fort ruissellement on peut être amené à empierrer les fossés. L'ouverture des fossés doit se commencer par le bas de façon à ce que l'eau ne s'accumule pas. Une façon efficace de drainer les eaux souterraines est la construction de drains fermés. Sur les talus des déblais ils peuvent servir d'ouvrages de soutènement si on les construit en Y ou en arc, augmentant ainsi la stabilité de la pente. Les modèles les plus communs sont des drains remplis de pierres ou de gravier, avec ou sans tuyaux.

Pour vérifier l'efficacité des drains et dans le but de les entretenir, il convient de placer un tuyau à la jonction des drains secondaires avec le drain principal. Les tuyaux peuvent être de béton, de terre cuite ou de PVC 1/. L'ouverture des drains doit commencer par le bas, mais la pose des tuyaux se fait à partir du haut. Les tuyaux doivent être placés le plus joints possible et sur un sol imperméable si on veut obtenir le maximum d'effet de drainage. Les drains munis de tuyaux sont les plus efficaces et leur efficacité dure plus longtemps; toutefois, ils sont plus coûteux et parfois ne sont pas disponibles. Les drains normaux en pierre peuvent se colmater au bout d'un certain temps. Il est donc recommandé de constituer une canalisation en pierre au fond du drain, ou de placer des fagots au fond. Le dessus du drain peut être recouvert par une couche de gazon afin d'éviter de façon efficace la colmatation du drain.

En dehors de leur emploi pour la stabilisation effective des talus de déblais ou de remblais, les drains peuvent être d'une grande utilité derrière les murs de soutènement.

3.2 Rétablissement de la végétation sur les talus des remblais et sur les pentes

Les méthodes de rétablissement de la végétation sur les pentes des talus peuvent se classer de la façon suivante:

i) Semis, engazonnement et paillage afin d'obtenir un couvert de gazon;

ii) Clayonnage le long des courbes de niveau, palissades en osier, plantations en suivant les courbes de niveau et fascines pour obtenir une végétation buissonnante;

iii) Reboisement avec des essences pionnières.

3.2.1 Semis

Très souvent, avant de semer des graminées sur des pentes nues, il faut recourir à une préparation du sol et du site: mise en forme, épandage d'humus et application d'engrais. Les graines peuvent être semées sur toute la surface, en ligne ou à certains endroits seulement. Pour une surface de 100 m2, il faut environ 3 kg de semences. Il y a avantage à mélanger aux graminées des semences de légumineuses qui sont des fixatrices d'azote. Il faut entre une demi-heure et une heure pour semer 100 m2. Un mélange de graminées à racines profondes et à racines étalées, résistantes, à croissance rapide et pionnières assurent les meilleurs résultats pour fixer le sol.

1/ PVC = Chlorure de Poly-Vinyl.

3.2.2 Engazonnement

Pour rétablir la végétation au moyen de mottes de gazon, il ne faut pas oublier que celles-ci doivent être mises en place lorsque la surface est humide et pendant la période de végétation. Selon les disponibilités en mottes de gazon, on peut recouvrir les pentes entièrement ou seulement par bandes. Ce dernier mode demande des semis complémentaires. Sur les pentes très fortes il peut être nécessaire de fixer les mottes afin qu'elles s'accrochent solidement au sol. Cela se fait au moyen de baguettes faites de branches, de brindilles ou de bambou.

3.2.3 Paillis

Le paillis est une méthode rapide de rétablir le couvert de graminées sur des sols stériles et nus. Il consiste à étaler à la surface du sol une couche de paille, de fibre de bois, ou de tout autre matériau organique. On y ajoute des semences et des engrais et enfin on fixe cette couche en pulvérisant une émulsion de bitume à froid. L'avantage du procédé est que les graminées germent rapidement en raison du microclimat et des conditions favorables qui sont créées; il réduit l'évaporation, la température de la surface et la formation de croûte et empêche les semences d'être entraînées par l'eau tout en retenant les engrais. Aux Etats-Unis et au Japon, on a mis au point des machines (canons à semer) qui pulvérisent un mélange de paillage, d'eau et de liant en même temps que les semences et les engrais sur la pente en une seule opération.

Dans les régions alpines de l'Europe moyenne, le rétablissement de la végétation au moyen du paillis a été couronné de succès en utilisant la méthode suivante: la pente est recouverte d'une couche de paille (2 à 4 t/ha) qui est étalée à la main en employant une échelle appliquée contre la pente. Le semis et la fertilisation sont également effectués à la main en utilisant encore l'échelle. Les semences et l'engrais tombent sur le sol à travers la paille. La fixation de la paille est obtenue avec une émulsion de bitume à 50 pour cent que l'on ramène à 25 pour cent en ajoutant de l'eau et que l'on pulvérise au moyen d'un pulvérisateur dorsal sur la paille. Il faut environ 0,5 l d'émulsion par m2. On ne peut effectuer la pulvérisation par temps de pluie ou de fort vent. Il faut environ 2 à 3 heures pour que l'émulsion fixe la paille. Normalement la végétation est bien établie avant que la couche de paille et de bitume se soit désintégrée.

3.2.4 Clayonnage en suivant les courbes de niveau

Le clayonnage en suivant les courbes de niveau, aussi appelé clayonnage et piquetage, est une méthode permettant d'installer une végétation buissonnante sur des pentes trops fortes pour que les graminées puissent les stabiliser. L'idée est de diviser la pente avec des buissons denses en lignes puis de semer des graminées entre les lignes pour compléter la fixation du sol. Avant de commencer le clayonnage, il convient d'effectuer un travail préparatoire: nivellement de petits ravinements, élimination des gros rochers instables et des branches. Puis on plante les piquets le long des lignes de niveau à des distances égales, la même distance devant être observée de ligne à ligne. Il est souhaitable de planter tous les quatre piquets un piquet pouvant s'enraciner. Le piquetage doit commencer en bas de la pente et continuer vers le haut. On creuse une tranchée juste au-dessus de la ligne de piquets et le clayonnage, constitué de branches d'espèces pouvant se bouturer ainsi que de brindilles, est couché dans la tranchée, le tout s'entremêlant. Le sol retiré de la tranchée sert à recouvrir la claie située en dessous. Une partie des brindilles et des branches doit sortir du sol afin d'empêcher le sol d'être entraîné. Certains détails techniques sont donnés ci-dessous ainsi que des chiffres de production pour un travail de clayonnage effectué à la Jamaïque sous la direction de M. Sheng, expert de la FAO en aménagement des bassins versants. Les piquets de 1 m à 1,20 m de long sont appointés d'un côté. Ils ont un diamètre d'environ 5 cm et sont plantés le long des lignes de niveau tous les 50 cm. La distance entre les lignes est de 1,20 m. Ils sont enfoncés dans le sol jusqu'à ne laisser que 15 cm environ en dehors. Il faut donc environ 17 000 piquets par hectare. Les tranchées ont 20 cm de large et 25 cm de profondeur et on y dispose des bottes de branches de 13 cm de diamètre et de 3 m de long. Une équipe de 10 hommes peut ainsi clayonner jusqu'à 250 m2 par jour. Dans l'équipe, 6 hommes taillent et placent les piquets, 2 font les tranchées et le clayonnage et 2 effectuent les transports et autres tâches.

Au Népal, M. Tautsher, FAO, a essayé plusieurs espèces pour le bouturage. Les meilleures boutures provenaient de Salix tetrasperma, Salix vallichiana et Viburnum.

3.2.5 Palissades en osier

Cette méthode est semblable à la précédente et est très employée dans les régions alpines de l'Europe moyenne. La différence réside dans le fait que les branches à bouturer ne sont pas disposées en fagots dans les tranchées mais sont tressées autour des piquets comme pour une cloture, les extrémités étant enfoncées dans le sol.

Les lignes ne suivent pas forcément les courbes de niveau; de très bons résultats ont été obtenus avec des lignes placées à 45° se croisant en formant des losanges ayant des côtés de 1,5 à 4,0 m. Les piquets sont enfoncés tous les 40 à 50 cm, ont une longueur de 1,20 à 2,0 m et des diamètres de 5 à 10 cm. Les piquets doivent être enfoncés des deux tiers aux trois quarts de leur longueur. L'espacement des rangées de claies dépend beaucoup de la pente et du sol. Elle est normalement de 1 à 4 m. Les lignes sont parallèles entre elles. Dans les régions alpines de bons résultats ont été obtenus avec Salix spp. et Alnus spp. pour les boutures à clayonner.

3.2.6 Plantations selon les courbes de niveau (cordons)

Des branches d'espèces bouturables de 0,9 à 1,5 m de long sont placées en couches croisées horizontalement sur des terrasses suivant les courbes de niveau. Le terrassement commence par le bas de la pente et continue vers le haut. La couche inférieure de boutures est recouverte avec les déblais de la terrasse supérieure. L'espacement des terrasses dépend de la pente et du sol; il peut atteindre 3 m. La largeur des terrasses doit être de 0,5 à 0,6 m. Le cordon peut suivre la courbe de niveau en une ligne continue ou être interrompu, par exemple de 5 m en 5 m. Le cordon supérieur alterne avec celui de dessous et ainsi de suite jusqu'en haut. Avec l'espacement indiqué il faut de 3 500 à 5 000 boutures par hectare pour la restauration de pentes érodées.

3.2.7 Fascines

La technique est semblable à la précédente. Elle en diffère par le fait qu'au lieu de boutures on dispose sur les terrasses des broussailles. Celles-ci peuvent être mélangées avec des boutures pour créer des rangées de buissons verts. Les boutures sont placées entre les rangs de broussailles ou bien on plante des jeunes plants. Les terrasses doivent avoir une inclinaison de 20 à 25 pour cent vers l'amont et une largeur de 0,6 à 1,2 m. Les broussailles et les boutures doivent avoir environ 20 cm de plus que la largeur de la terrasse.

3.2.8 Reboisement

Les travaux de reboisement doivent être effectués avec des essences pionnières lorsqu'on cherche à stabiliser les pentes sujettes aux glissements de terrain; ou lorsqu'ils sont destinés à protéger contre l'érosion des pentes sévèrement dégradées. Dans les régions alpines les espèces pionnières telles que Alnus, Betula, Fraxinus et Prunus se sont montrées excellentes en ce qui concerne leur taux de reprise sur des pentes érodées. Lorsque l'on doit choisir des espèces destinées à stabiliser des pentes, il faut tenir compte de ce qu'elles doivent avoir des racines fortes et profondes pour retenir le sol autant que possible. Chaque fois que cela sera possible, on choisira, pour reboiser des pentes nues, des espèces pouvant servir de fourrage ou fournir du bois de feu, étant donné que dans de nombreux pays en développement le besoin de ces produits se fait sentir désespérément.

4. STABILISATION DES SYSTEMES DE DRAINAGE

Les systèmes de drainage qui traversent les routes sont souvent la source de graves problèmes d'érosion. L'érosion se produit surtout à la sortie non protégée d'un drain où l'écoulement de l'eau ravine le sol et peut provoquer des glissements de terrain et des dégâts à la route. La protection de la sortie des drains et des rigoles peut se faire en empierrant la surface du sol soit au moyen de pierres sèches soit de pierres liées au mortier de ciment. Dans les rigoles ayant une forte pente, il est conseillé de laisser dépasser des pierres du fond de la rigole tout au long de celle-ci afin de diminuer la vitesse de l'eau et donc sa force érosive.

Un moyen peu coûteux de stabilisation des issues des drains et ponceaux est de disposer des rochers servant à briser le courant en l'obligeant à se diviser; dans bien des cas les résultats obtenus sont satisfaisants.

Pour la protection des ponts, des ponceaux et des gués, des ouvrages tels que les brise-courant en rochers, les murs de soutènement en pierres sèches ou maçonnés, ou encore lorsque cela est possible des ouvrages de protection en bois peuvent suffire. Très souvent le rétablissement de la végétation sur les pentes des voies transversales d'écoulement des eaux donne des résultats satisfaisants.

5. PROTECTION DES PENTES AU MOYEN D'OUVRAGES DE GENIE CIVIL

Des travaux simples de génie civil, tels que les murs de pierres sèches, les gabions, le râteliers en bois, les murs de soutènement en bois, etc., se sont montrés très utiles pour la construction des routes forestières dans de nombreux pays. Ils sont peu coûteux et faciles à construire sur place avec les matériaux locaux. Comme le ciment est souvent difficile à se procurer ou n'est pas disponible dans les régions éloignées des pays en développement, les transports coûtent cher, et les maçons qualifiés sont rares, l'accent dans ce rapport a été mis sur les constructions en pierres sèches et en bois.

5.1 Arches de pierre

Les pierres sont placées en forme d'arches dans le sol des talus de déblais. Leur largeur va de 0,60 à 1,20 m et elles peuvent avoir jusqu'à 1 m de profondeur. Entre les arches et au-dessus on peut planter des boutures de Salix spp. pour obtenir une stabilisation supplémentaire.

5.2 Murs de soutènement en pierres sèches

Des pierres de 20 à 30 cm de dimension sont placées les unes au-dessus des autres sur la surface de la pente. Pour la mise en place de ces pierres il faut compter une production de 2,5 à 4 m2 par homme et par jour. Il faut prévoir en outre la fourniture et le transport des pierres.

5.3 Gabions

Ce sont des ouvrages faits de pierres normalements assemblées à la main et qui sont enfermées dans du grillage pour les maintenir entre elles.

Les avantages des gabions sont les suivants:

i) leur construction est simple; avec une surveillance appropriée, des ouvriers non spécialisés peuvent s'en charger;

ii) ils coûtent peu;

iii) on peut utiliser les pierres que l'on trouve sur place;

iv) seul le grillage ou du fil de fer doit être acheté et transporté sur les lieux du travail;

v) il faut peu de temps pour les fabriquer;

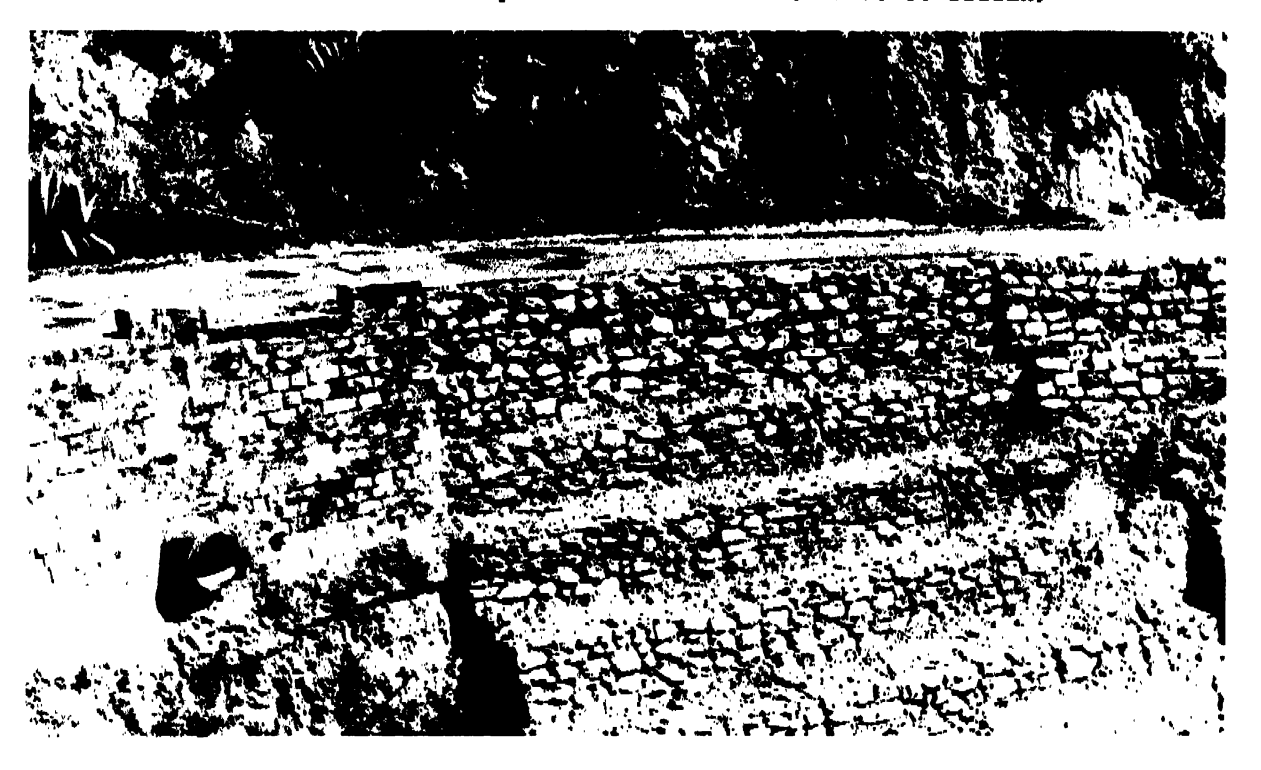
vi) ils durent longtemps; en comparaison des murs maçonnés, ils résistent mieux aux mouvements de masse sans rompre, car ils sont flexibles;

vii) l'eau s'en écoule facilement, permettant une meilleure résistance au sisaillement du sol et réduisant les risques d'érosion de la pente.

viii) l'herbe pousse tôt ou tard entre les pierres rendant le gabion plus stable encore et l'intégrant dans l'environnement.



Construction d'un mur de soutènement au moyen de blocs de rochers mis en place sur le talus de déblais par une excavatrice (Photo: O. Sedlak)



Mur de soutènement détruit, remplacé avantageusement par des gabions (Photo: R. Heinrich)

Basé sur des informations recueillies au Népal, le coût de 1 m3 de gabion revenait à quelque 140 roupies, soit 11,24 dollars E.-U.

Les données de base de ces estimations sont les suivantes:

Salaires (moyenne)	=	12 roupies par jour de travail
Salaire mensuel du contremaître	=	500 roupies

La production de 1 m3 de gabion nécessite 1,9 homme/jour qui comprend la préparation du grillage, le ramassage des pierre sur place, le transport et la mise en place des pierres, la mise en forme et le remblai avec des rochers.

Le coût du fil de fer vendu sur place, taxes comprises, est de 110 roupies/m3.

Le coût direct par m3 de gabion est le suivant (en roupies):

Main-d'oeuvre (1,9 homme/jour)	22,8
Supervision	4,0
Outillage	2,0
Fil de fer	110,0
Total	138,8

5.4 Revêtements en râteliers en bois

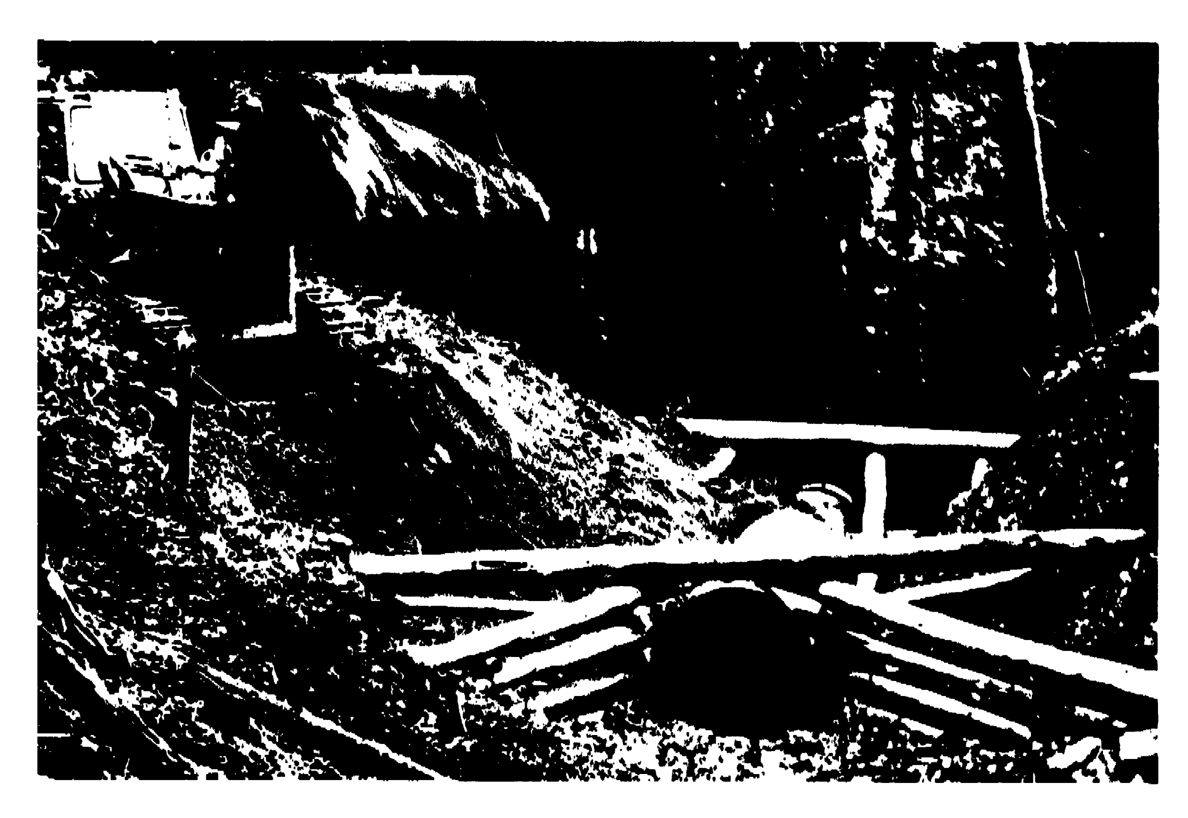
On peut utiliser ces ouvrages lorsqu'on dispose facilement de bois et lorsque les pierres convenables manquent, ou encore lorsque le coût de construction d'ouvrages en pierres est beaucoup trop onéreux en raison de la longueur du transport des pierres. Les râteliers sont faits avec des bois ronds parallèles à la pente et des traverses qui fixent l'ouvrage dans le sol de la pente. Les traverses doivent être espacées de 1 à 2 m. Entre les rondins parallèles à la route, on place des pierres et des boutures de végétaux qui protègent la route des chutes de pierres et de terre. Les rondins sont fixés à l'extrémité des traverses au moyen de crampons ou par des entailles s'imbriquant les unes dans les autres. Dans les régions où se produisent de sérieux glissements de terrain, il est recommandé de construire les râteliers sur deux rangs, un en arrière et un en avant, posés sur des traverses et formant ainsi une série de cages à claire-voie qui résistent mieux à la force de gravité de la pente. L'avantage de ces ouvrages est qu'ils peuvent être mis en place rapidement, qu'ils sont bon marché, que l'on peut utiliser les espèces d'arbres locales et qu'ils résistent mieux aux mouvements du terrain que la maçonnerie rigide. Leur désavantage est leur relative faible durée - 10 à 15 ans en général; toutefois, il faut espérer qu'après ce temps la pente s'est stabilisée.

5.5 Murs de soutènement en bois

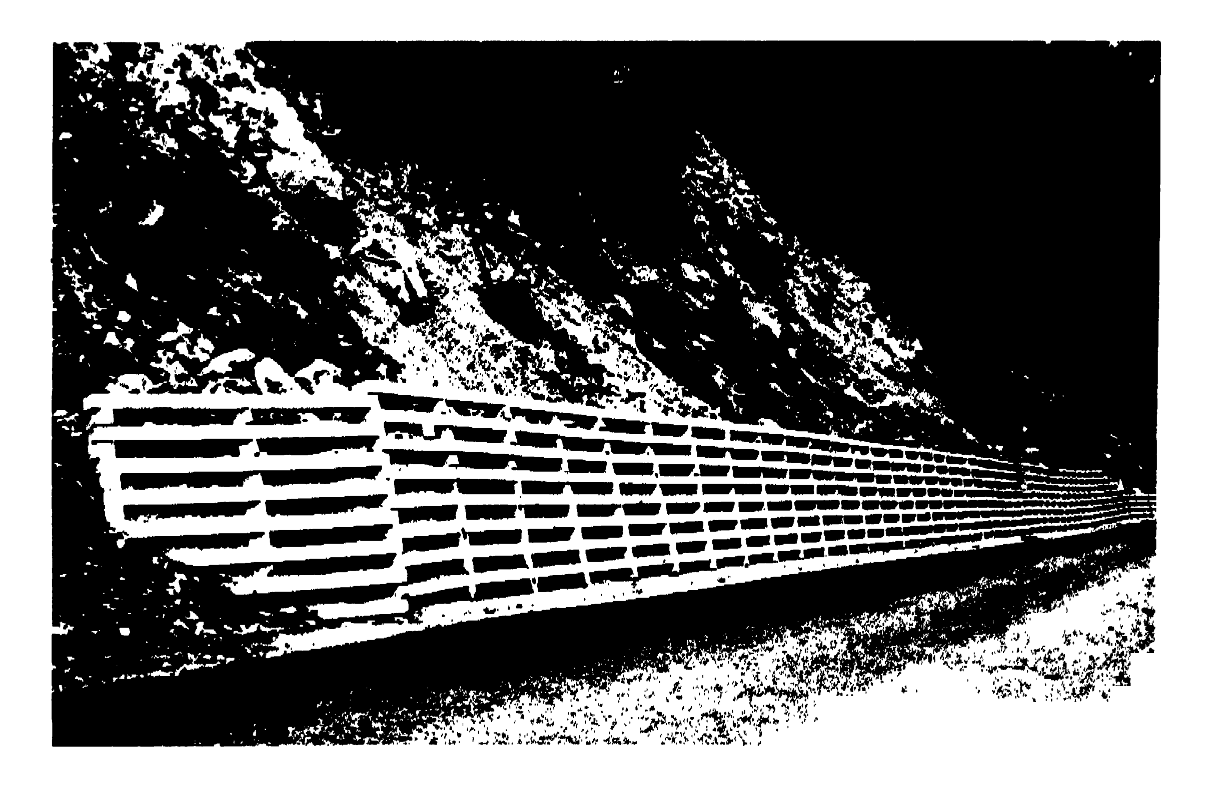
Ce type d'ouvrage simple peut être construit pour protéger les pentes de l'érosion. On enfonce des pieux dans le sous-sol de la pente et des troncs sont fixés sur eux par-dessus. Ils sont placés près de la route ou, si nécessaire, plus haut en suivant les courbes de niveau du talus.

5.6 Revêtements en râteliers de béton préfabriqués

Ces ouvrages ont été conçus pour les régions où on ne peut disposer de manière économique ni de pierres ni de bois. Des poutres en béton de 2,5 m de long et de section 12,5 x 12,5 cm et pesant environ 90 kg, et des traverses de 1,25 m de long pour une section de 12,5 x 12,5 cm et pesant environ 45 kg sont employées pour ces râteliers. Cet exemple n'est mentionné que pour donner une idée plus complète des progrès dans ce secteur. Leur mise en oeuvre n'est peut-être pas économique actuellement dans beaucoup de pays en développement sauf pour les endroits proches d'une source de ciment.



Ravin comblé au moyen d'une pelle mécanique, une buse en béton et un ouvrage en rondins disposés de façon à s'assurer un écoulement naturel des eaux (Photo: FAO)



Revêtement au moyen d'un râtelier en béton constitué par des poutres préfabriquées (Photo: E. Pestal)

6. PROTECTION DES TALUS DE REMBLAIS DES ROUTES CONTRE LES COURS D'EAU TORRENTIELS

Lorsque les routes suivent un torrent ou traversent celui-ci, elles peuvent être endommagées par le courant. L'érosion provoquée par la force de ce courant peut mettre en danger ou même détruire les talus ou les remblais et également la route par l'affouillement et l'érosion du pied des berges du torrent. Lorsque la route traverse un torrent ou un ravin, elle peut être bloquée par des dépôts ou détruite par des glissements de terrain. La réduction de la vitesse du courant par des ouvrages de génie civil et la remise en état des talus du ravin ou du torrent sont des mesures nécessaires de restauration pour lutter contre l'érosion. Ainsi, une combinaison de la stabilisation des talus par des moyens biologiques ou techniques, avec la construction de barrages de correction ou de sédimentation, peut être nécessaire pour protéger complètement la route contre l'érosion provoquée par les écoulements torrentiels.

6.1 Talus

Les talus peuvent être constitués de différents matériaux. Le type le plus courant est constitué de blocs de rocher. Les pierres protégeant le pied et le fond du lit doivent avoir au moins un diamètre de 0,50 m et celles protégeant les berges doivent avoir 0,30 m et au-dessus. Si on ne dispose que de petites pierres, on peut paver le lit en recouvrant les pierres avec un grillage, procédé qui se montre très efficace.

Une méthode très rapide de stabilisation des talus consiste à placer des gros blocs de pierre le long des berges du torrent - ces ouvrages sont appelés "rip-rap" (blocages). Dans le cas de courant torrentiel avec de grands risques d'érosion du lit et d'affouillement, le pied de la berge déjà pavé peut être mieux protégé encore en y ajoutant de gros blocs de rocher.

La combinaison de couches de grosses pierres et de couches de fascines faites de branches d'espèces se bouturant facilement peut donner de très bons résultats; les fascines réduisent la vitesse du courant et les talus se stabilisent grâce à la végétation. Les boutures doivent être enfoncées des deux tiers de leur longueur dans le sol.

les blocs de pierres combinés avec des mottes de gazon, ou bien des mottes de gazon avec la plantation de buissons ou d'arbres sur les berges peut permettre une bonne stabilisation de ces berges.

Dans les régions où on peut disposer de bois, on peut construire des râteliers avec un remplissage de pierres entre les rondins. Au bas du revêtement, on place une couche de rondins pour éviter que les matériaux de remplissage ne soient entraînés par l'eau.

Les revêtements de talus et les murs de drainage sont très efficaces mais sont beaucoup plus coûteux que les ouvrages mentionnés plus haut.

7. PROTECTION DU REVETEMENT DE LA ROUTE

7.1 Rigoles (saignées)

Un moyen efficace d'éviter l'érosion du revêtement de la route est de pratiquer des saignées ou simplement des rigoles en travers de la chaussée. Les saignées peuvent être faites d'acier, de béton, de bois scié ou de rondins, ou même de terre. Elles doivent être installées dans la route avec une pente en travers suffisante pour se nettoyer d'elles-mêmes. Normalement une pente de 6 à 7 pour cent est suffisante.

L'efficacité de ces saignées dépend beaucoup de leur espacement et de leur entretien (nettoyage de la terre, des feuilles et des brindilles) afin de les maintenir en état. L'espacement des saignées dépend surtout de la déclivité de la route, du montant des précipitations, de la pente du terrain et des conditions de sol. Dans une forêt de bassin versant, en terrain accidenté et avec de fortes précipitations, Sessions (1974) a proposé une formule d'espacement des saignées en mètres correspondant à 800 divisé par la pente en pourcentage. Toutefois, dans les régions avec des chutes de pluies importantes et des bassins de réception étendus, un espacement plus réduit (20 à 40 m), spécialement

sur les routes ayant une déclivité de 9 pour cent ou plus, peut être nécessaire. L'espacement correct des saignées peut être déterminé par l'expérience. Le tableau suivant peut servir de guide:

Espacement des saignées en mètres

Déclivité de la route en %	800 / pente en %	Espacement proposé en terrain accidenté et fortes précipitations
5	160	80
6	130	65
7	114	55
8	100	45
9	88	40
10	80	35
11	72	30
12	66	20 à 30

REFERENCES

Hafner, F. 1971 — Forstlicher Strassen-u. Wegebau Österreichischer Agrarverlag, Wien

Sessions, J & Western, H. 1974 — Log Extraction Studies and Technical Assistance in Forest Road Design and Construction in Mountainous Regions, Forestry Development and Watershed Management in the Upland Regions, FAO, Kingston, Jamaica

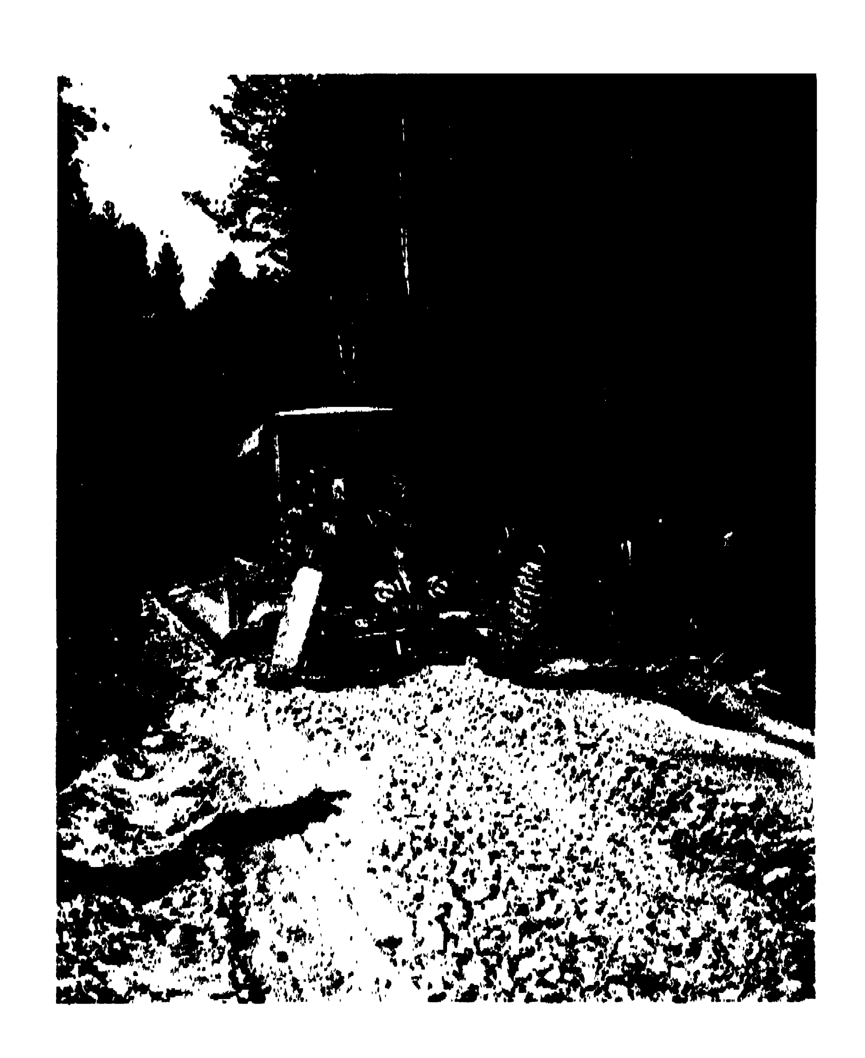
Tautscher, O. 1974 — FAO Report to the Government of Nepal on Torrent and Erosion Control, FAO Report No. TA 3286, Rome

FAO 1976 — FAO/Austria Training Course on Forest Roads and Harvesting in Mountainous Forests. Technical Report. Ed. by R. Heinrich, FAO, Rome

FAO 1977 — Planning Forest Roads and Harvesting Systems. FAO, Rome

FAO 1977 — Conservation Guide 1. Guidelines for Watershed Management. FAO, Rome

Ruedi, J.P. — Low Cost Road Construction. Working Paper No. 7 (THA/72/008) UNDP/FAO Mae Sa Integrated Watershed and Forest Land Use Project, Chiang Mai, Thailand.



Niveleuse disposant une couche de base de roches concassées
(Photo: Federal Forestry Research Institute)

INFLUENCE DES ROUTES FORESTIERES SUR LE RUISSELLEMENT, LA SEDIMENTATION ET LES GLISSEMENTS DE TERRAIN

par

Hubert Hattinger

Bundesministerium fur Land-u. Forstwirtschaft 1/

1. INTRODUCTION

Les conditions naturelles dans les régions montagneuses sont dominées par les phénomènes et les processus hydrologiques et géomorphologiques, principalement les crues violentes, l'érosion, les chutes de pierres, les éboulements, les glissements de terrain et les coulées de boue, et la sédimentation. Les zones particulièrement caractérisées par ces processus sont les torrents et les pentes instables. Ce sont ces deux éléments qui causent le plus de problèmes au constructeur de routes en montagne.

La construction d'une route forestière provoque un effet de va et vient: en premier lieu, le ruissellement, l'érosion, les éboulements et les glissements de terrain peuvent détruire la route ou interrompre le trafic; et en second lieu la route forestière peut intensifier l'érosion, modifier la stabilité des pentes, provoquer des glissements de terrain et augmenter la sédimentation (Fig. 1).

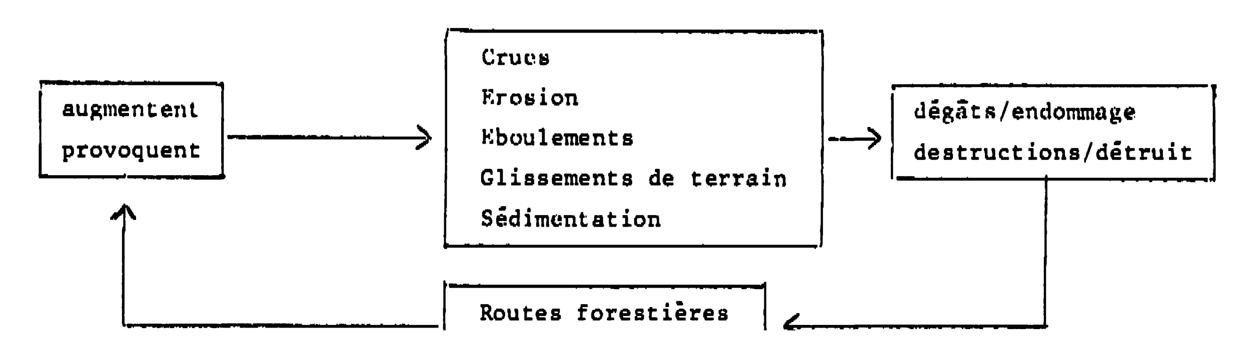


Fig. 1 - Effets possibles réciproques des phénomènes naturels sur les routes forestières

Par conséquent, un projet de route forestière en montagne devra comprendre: a) des mesures pour prévenir ou diminuer les dégâts et les destructions provoqués par les torrents et les pentes instables à la route; b) précautions contre la cause ou l'augmentation des effets de la construction de la route (érosion, éboulements, sédimentation, glissements de terrain). Sans ces précautions, la construction d'une route forestière souvent met en danger ou dévaste les terres et les maisons en dessous.

L'expérience et les recherches ont montré que les effets les plus importants de la construction des routes forestières sur l'écologie sont les suivants:

a. Perturbation du ruissellement sur les pentes et de l'écoulement dans les lits

b. Destruction de la couverture végétale

c. Erosion

d. Formation de glissements de terrain, d'éboulements et de coulées de boue

e. Sédimentation

1/ Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts, Vienne.

Ces effets sont provoqués par l'enlèvement artificiel ou le déplacement de masses de sol et le changement qui en résulte de la morphologie des pentes et des lits.

2. ECOULEMENT DE L'EAU

Selon un modèle simplifié du processus de l'écoulement de l'eau (Fig. 2) on peut distinguer les phases suivantes:

a. Précipitation

b. Accumulation dans les dépressions

c. Ruissellement de surface

d. Infiltration

e. Formation de filets d'eau

f. Percolation

g. Ecoulement dans les lits

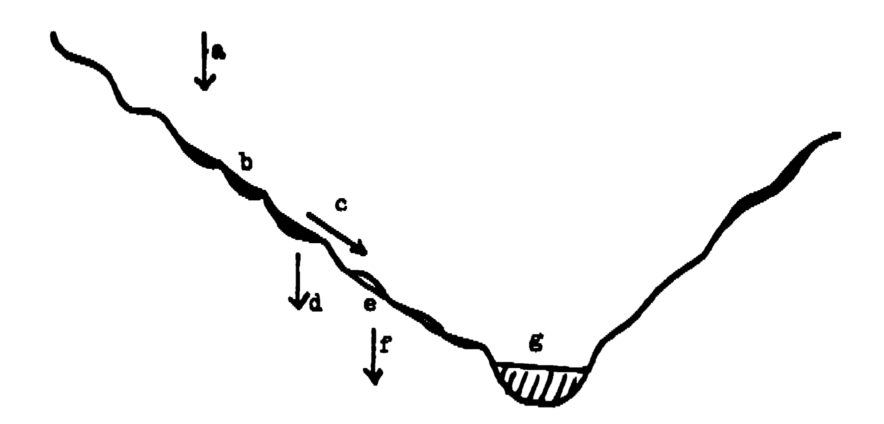


Fig. 2 - Principales phases du processus d'écoulement des eaux

Une augmentation de l'écoulement des eaux influence ou provoque d'autres processus, par exemple l'érosion, les glissements de terrain, les éboulements et la sédimentation, et de cette façon entraîne des dégâts et des destructions.

Les causes les plus fréquentes de la perturbation de l'écoulement de l'eau en conséquence de la construction des routes sont les suivantes:

a. concentration des eaux de surface et formation de filets d'eau ravinant la pente ou production d'éboulements et de glissements de terrain causés par l'augmentation de l'infiltration dans la pente aval;

b. réduction de la section transversale du lit. Cela arrive souvent quand des matériaux se déposent dans le lit ou lorsque les alluvions forment des murs latéraux;

c. construction de ponceaux et de ponts. Quand une route traverse un lit, il est nécessaire de construire un gué, un ponceau ou un pont. Si le diamètre du ponceau ou la travée du pont sont trop petits pour laisser passer les flots ou les branches, les troncs d'arbres ou autres débris, ces constructions ont le même effet qu'un barrage ou qu'une barrière. Dans ces cas, les flots passent par-dessus le ponceau, le pont ou la route dans le voisinage immédiat, provoquant des dégâts et des destructions.

Avec les torrents abrupts, ces obstacles faits de main-d'homme se rompent provoquant les mêmes effets qu'un barrage qui crève.

3. EROSION

L'érosion dépend d'un grand nombre de facteurs: intensité des précipitations, écoulement des eaux, sous-sol, inclinaison des pentes et des lits.

On peut distinguer sur les pentes différents types d'érosion (érosion fluviale):

a. érosion en feuille, où le sol est enlevé sur une mince couche ou feuille;

b. érosion en rigoles, où la concentration des filets d'eau taille des rigoles à la surface précédemment relativement unie;

c. ravinement, où le sol est enlevé par une concentration excessive de l'écoulement des eaux qui forme des lits profonds et des ravins.

On peut distinguer dans un lit l'érosion du fond du lit et l'érosion des berges, quand l'écoulement de l'eau creuse le lit ou affouille les berges.

Quand l'érosion commence-t-elle? Le ruissellement essaie de détruire la structure de la couverture du sol qui l'entrave et de déplacer les particules qui forment le sol ou sa couverture. La force développée par l'eau est appelée force de traction. Les matériaux constituant le sol ou sa couverture ont une certaine résistance à la destruction et au déplacement en raison de leur cohésion et du poids de leurs particules. On peut dire simplement: l'érosion se produit quand la force de traction est supérieure à la résistance du sol. Donc, il existe deux possibilités de réduire ou de prévenir l'érosion:

a. réduire la force de traction de l'eau;

b. renforcer la résistance du sol.

La construction d'une route forestière augmente l'érosion à cause des facteurs suivants:

a. destruction de la couverture végétale qui offre une résistance à l'érosion bien supérieure à celle du sol nu. La plus grande partie de cette destruction est provoquée par la décharge de matériaux durant la construction;

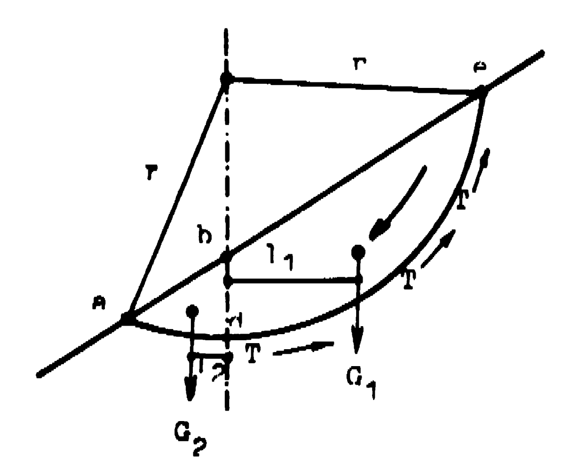
b. concentration de ruissellement et d'écoulement dans les lits.

Les chiffres suivants montrent l'accroissement de l'érosion dû à la construction d'une route forestière dans une région montagneuse des Etats-Unis ayant des précipitations de 1 500 mm par an:

Période	Degré d'érosion (matériel enlevé)
Avant la construction du réseau de routes	20 à 30 kg/ha/an
Après construction d'un réseau de 40 m/ha	2 000 à 4 000 kg/ha/an
Après croissance de l'herbe	100 à 150 kg/ha/an

4. GLISSEMENTS DE TERRAIN

Un glissement de terrain est un mouvement étendu, vers le bas, d'une masse de sol d'une pente qui s'effondre et se détache de la masse stable. La stabilité d'une pente dépend de la cohésion des particules du sol, exprimée par le terme de "résistance au cisaillement" (T). Selon un modèle simplifié, l'interaction des différents facteurs déterminant qui peuvent provoquer ou accentuer un glissement de terrain ou au contraire stabiliser une pente apparaît dans les quatre figures suivantes (Figures 3A, B, C et D).



G_1 Poids de la masse (bde) qui provoque le glissement de terrain

G_2 Poids de la masse (abd) qui s'oppose au glissement de terrain

T Résistance au cisaillement

r Rayon du cercle de glissement

l_1 Distance entre le centre de gravité de la masse (bde) et la ligne de "moment zéro"

l_2 Distance entre le centre de gravité de la masse (abd) et la ligne de "moment zéro"

Fig. 3A - Modèle des principales forces dans un glissement de terrain (coupe en travers)

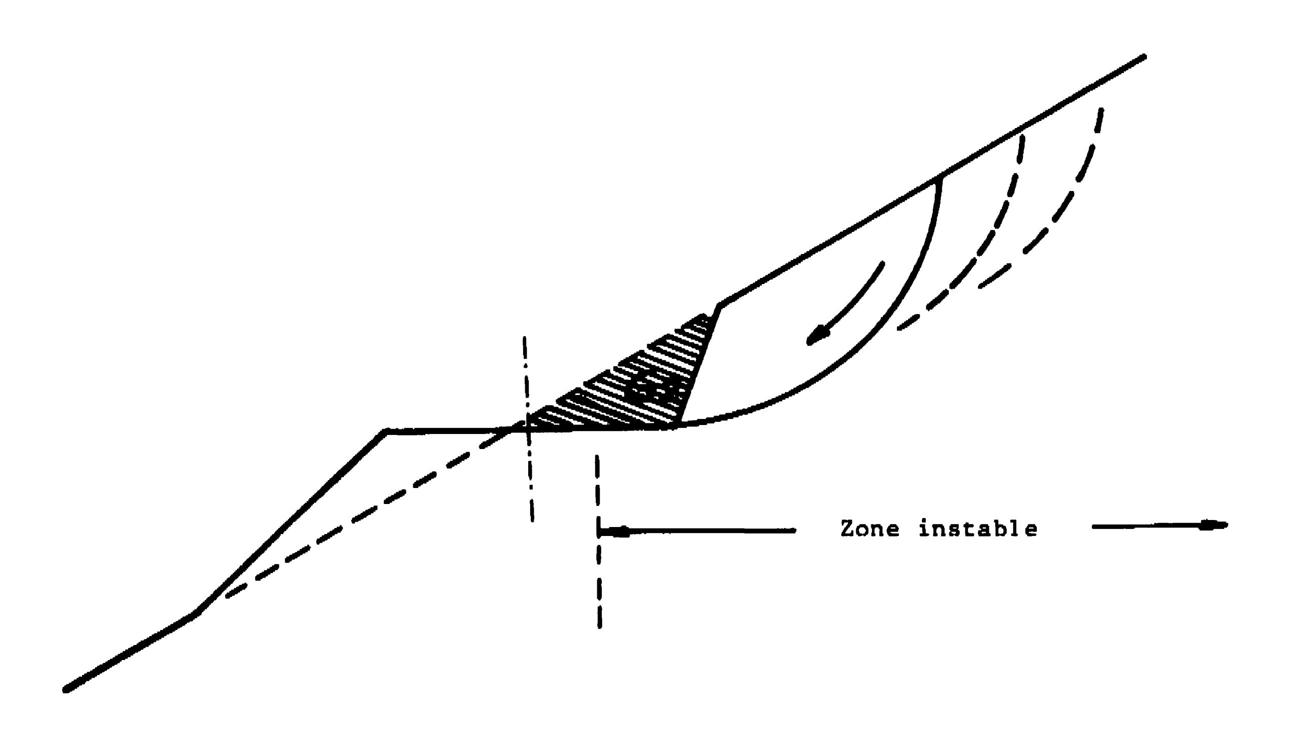


Fig. 3B - Un déblai dans la pente réduit la masse de sol qui s'oppose au glissement de terrain (G_2)

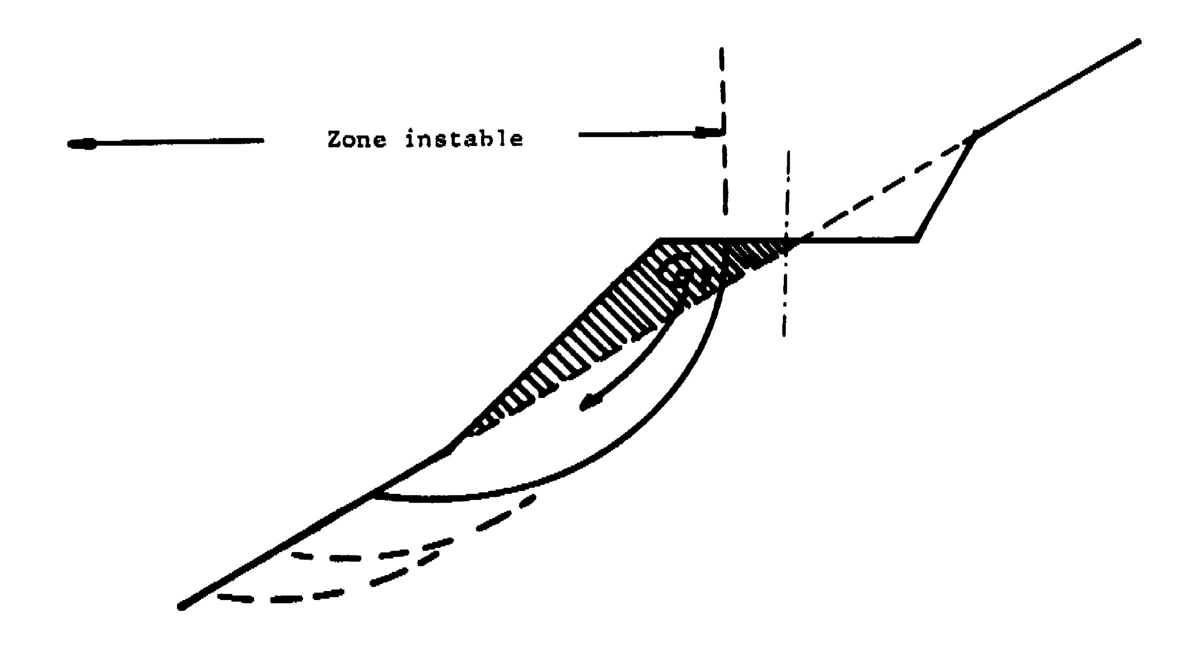


Fig. 3C - Une charge additionnelle augmente le poids de la masse de sol (G_1) qui provoque le glissement de terrain

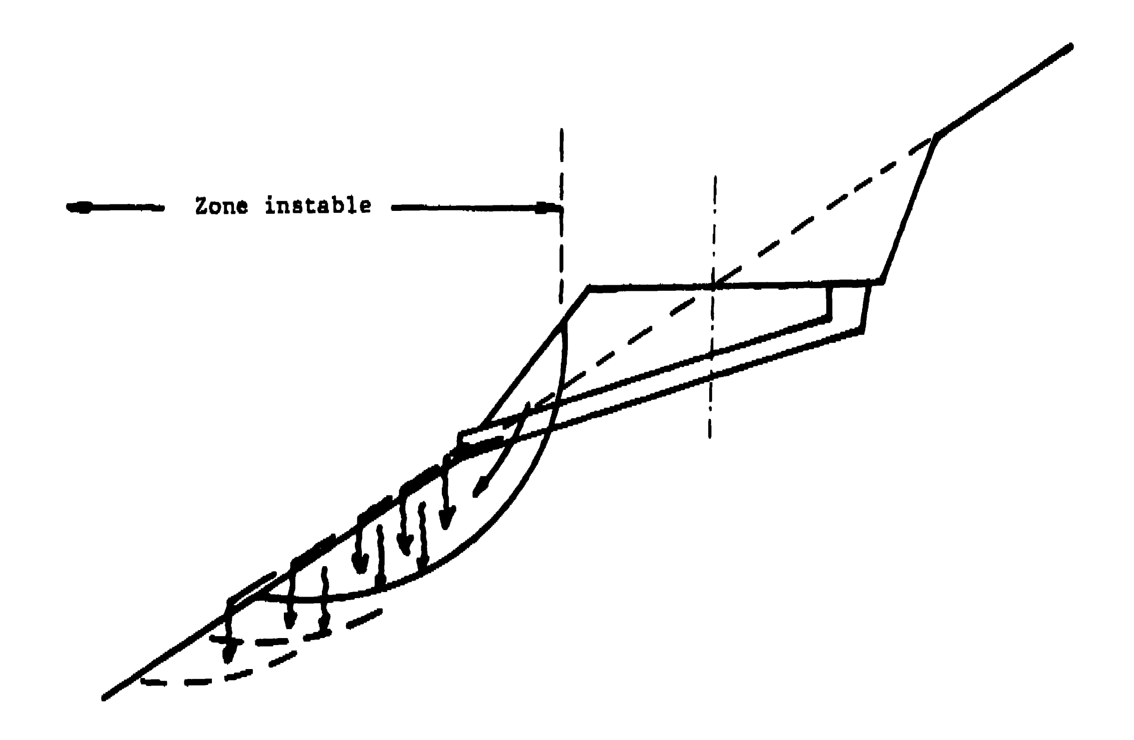


Fig. 3D - L'infiltration excessive d'eau réduit la résistance au cisaillement

Sur une pente constituée de matériaux homogènes et ayant de la cohésion, la section longitudinale de la masse en mouvement est bordée par une courbe que l'on peut regarder comme un arc de cercle. En se référant aux règles de la statique, on peut dire qu'une pente est stable dans les conditions suivantes:

$$G_2 \times l_2 + T \times r \times ae > G_1 \times l_1$$

G_1 = poids de la masse qui provoque le glissement de terrain

G_2 = poids de la masse qui s'oppose au glissement de terrain

T = résistance au cisaillement

Les facteurs stabilisateurs sont donc G_2 et T.

En ce qui concerne les routes forestières, un glissement de terrain peut être provoqué par les processus suivants:

a. réduction de G_2. Ceci se produit quand la pente a été entaillée par un déblai lors de la construction de la route;

b. augmentation de G_1. Cela se produit en surchargeant la pente en y déversant des matériaux, par exemple en construisant un remblai;

c. réduction de T. Cela se produit lors d'infiltration et de percolation à la suite d'un drainage de surface inadéquat.

Les mouvements de masses, particulièrement les glissements de terrain, en rapport avec la construction des routes forestières, ne se produisent pas seulement en raison des pentes accidentées ou instables; d'autres facteurs ont une grande importance. Cela apparaît dans un tableau sur la classification de la stabilité des pentes imaginé par T.C. Sheng (1966).

Tableau 1 CLASSIFICATION DE LA STABILITE DES PENTES

Facteurs	A 4 points	B 3 points	C 2 points	D 1 point
1. Site	Le site n'appartient pas à B, C ou D	Arête élevée	Le long d'une route	Le long d'un cours d'eau ou d'un lac
2. Pente	< 20 %	> 46 %	20-25 %	26-45 %
3. Présence de glissements	Aucun	Peu	Quelques-uns	Beaucoup
4. Sols	Texture moyenne	Texture grossière	Moyennement pierreux	Texture fine ou grossièrement pierreux
5. Utilisation des terres ou couverture	Couverture dense	Couverture clairsemée	Cultures sans protection	Utilisation avec sévère perturbation du sol

Classes de stabilité: 20 - 18 points: stable
17 - 12 points: relativement stable
11 - 10 points: instable
9 - 5 points: très instable

5. SEDIMENTATION

Les causes de la sédimentation sont l'érosion, les glissements de terrain, les mouvements de débris et les coulées de boue. La sédimentation dans les lits des cours d'eau réduit la section transversale de ceux-ci et provoque des crues et des inondations. La sédimentation réduit la capacité des réservoirs.

"Les réservoirs sont faits pour emmagasiner l'eau, pas les sédiments. Les sédiments accumulés le sont au détriment de l'eau de cette année - aussi bien en quantité qu'en qualité; et cela aux dépens de l'approvisionnement en eau, de la lutte contre les inondations, et de la recréation axée sur les plans d'eau dans les années à venir" (Anderson, H.W., 1974).

Les recherches ont montré une relation étroite entre la construction de routes forestières en montagne et la sédimentation. Les routes qui produisent le maximum d'effet de sédimentation sont celles longeant les cours d'eau, et l'augmentation des dépôts de sédimentation qui sont 6,9 fois plus élevés.

6. RECOMMANDATIONS

Des études systématiques et faites avec soin sont nécessaires afin d'éviter les dévastations, les dégâts et les destructions provoqués par la sédimentation et les mouvements de masses en rapport avec la construction des routes forestières. Les projets doivent inclure des mesures de précaution et de protection.

Les mesures de précaution les plus importantes sont les suivantes:

1. Les remblais, les murs de soutènement des pentes, et les murs latéraux doivent être construits et placés en dehors des lits des cours d'eau; et les matériaux provenant des déblais doivent être déposés en dehors des lits. De cette façon le constructeur de routes évite une réduction dangereuse de la section transversale de ces lits; il évite de même que les matériaux déposés dans les lits subissent une érosion ou que la rive opposée soit érodée. Si le rejet des déblais ou la construction d'ouvrages dans les lits sont inévitables, il faut prendre des mesures de protection pour éviter dommages et destructions qui peuvent en résulter.

2. Le constructeur doit étudier et réaliser un système adéquat de drainage des eaux de la surface de la route qui prenne en considération les conditions hydrologiques existantes dans la région. (Pour plus de détails voir les références 2 et 7.) Il faut particulièrement veiller à l'entretien de ce système et à la protection des pentes en dessous des sorties des ponceaux.

   Trop souvent ces points de concentration de l'eau sont la cause de ravinement et de glissements de terrain, spécialement dans les pentes dont les sols ont une texture fine. Les ouvrages de protection nécessaires (enrochement, fossés revêtus, pavage des lits) dépend du débit d'eau et de leur objet: résister à la force de traction de l'eau ou réduire la concentration des infiltrations dans le sol de la pente. Les recherches ont montré qu'une amélioration du drainage et une stabilisation de la surface de la route réduisent l'érosion et la sédimentation de 44 pour cent.

3. Ce qui, le plus fréquemment, entame la stabilité des pentes accidentées ou instables est, d'une part, d'ouvrir des déblais dans la pente (réduisant ainsi la masse stabilisatrice), et, d'autre part, de créer des remblais (augmentant le poids d'une masse susceptible de glisser). Pour compenser ces effets, le constructeur devra soit construire des murs de soutènement du talus, soit installer un système de drainage de la pente afin d'augmenter la résistance au cisaillement, donc la stabilité de la pente, ou prendre les deux mesures à la fois. Mais ces mesures coûtent cher généralement. Dans la plupart des cas le constructeur de routes cherche à éviter ces zones instables en essayant de trouver un autre tracé pour la route forestière.

4. Le diamètre des ponceaux et la travée des ponts doivent être assez larges pour permettre aux crues et aux matériaux charriés (surtout par les torrents) de passer. Il est parfois utile de construire un gué plutôt qu'un ponceau ou un pont lorsque la route doit traverser le lit d'un torrent très en pente.

5. Afin de réduire au minimum l'impact de l'érosion lors de la construction d'une route forestière, il est indispensable de rétablir la végétation des talus des déblais et des remblais ainsi que les espaces nus produits par les décharges de matériaux. Le rétablissement de la végétation des talus de déblais est particulièrement important dans le cas des routes inclinées vers l'intérieur afin d'éviter la sédimentation des fossés amont qui provoque des débordements et par suite une sévère érosion de la surface de la route et des talus de déblais. (Pour plus de détails sur les moyens biologiques voir référence 7.)

Mesures de protection. Elles sont décrites en détail dans les références 5, 6 et 7.

REFERENCES

Anderson, Henry W. 1974 — Sediment deposition in reservoirs associated with rural roads, forest fires, and catchment attributes. (Effects of Man on the Interface of the Hydrological Cycle with the Physical Environment - Proceedings of the Paris Symposium, Sept. 1974; IAHS-AISH Publ. No. 113, 1974)

FAO 1976 — FAO/Austria Training Course on Forest Roads and Harvesting in Mountainous Forests. Technical Report. Ed. R. Heinrich, FAO, Rome

Fredricksen, R.L. 1970 — Erosion and sedimentation following road construction and timber harvest on unstable soils in three small Western Oregon watersheds. U.S. Department of Agriculture, Forest Service Research Paper PNW-104

Gundermann, E. 1978 — Die Beurteilung von Umwelteinwirkungen von Forststrassen im Hochgebirge. Eine Delphi Studie. Forstliche Forschungsanstalt Munchen, No. 41

Hattinger, Hubert 1976 — Torrent control in the mountains with reference to the tropics. FAO Conservation Guide No. 2 (Hydrological techniques for upstream conservation)

Hattinger, Hubert 1978 — Protective constructions for forest roads in endangered areas. FAO Forestry Paper No. 14 (Mountain forest roads and harvesting)

Heinrich, Rudolf 1978 — Protection of forest roads using biological and engineering methods. FAO Forestry Paper No. 14 (mountain forest roads and harvesting)

Langer, E. 1975 — Bericht uber die Katastrphenereignisse in Karnten im März/April 1975. Zeitschrift des Vereines der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Osterreichs, Heft 1

Moser, M. 1973 — Der Einfluss des Wirtschafts- und Güterwegebaues auf die Geschiebeherdentstehung. Cbl. f. das gesamte Forstwesen, 90. Jg., Heft 2

Pestal, E. 1975 — Die Karnter Murenkatastrophe und ihre Lehren für den Forstwegebau. Holzkurier, 30. Jg., No. 23

Sheng, Ted. C. 1966 — Landslide classification and studies of Taiwan. Chinese-American Joint Commission on Rural Reconstruction, Forestry series No. 10

Stone, E. 1973 — The impact of timber harvest on soils and water. PAPTE, App. A. (cit. Gundermann).



Dévastation de terrains et de bâtiments par un torrent de boue provoqué par une route mal tracée et mal construite
(Photo: Wildbach-u. Lawinenverbauung, Kärnten)

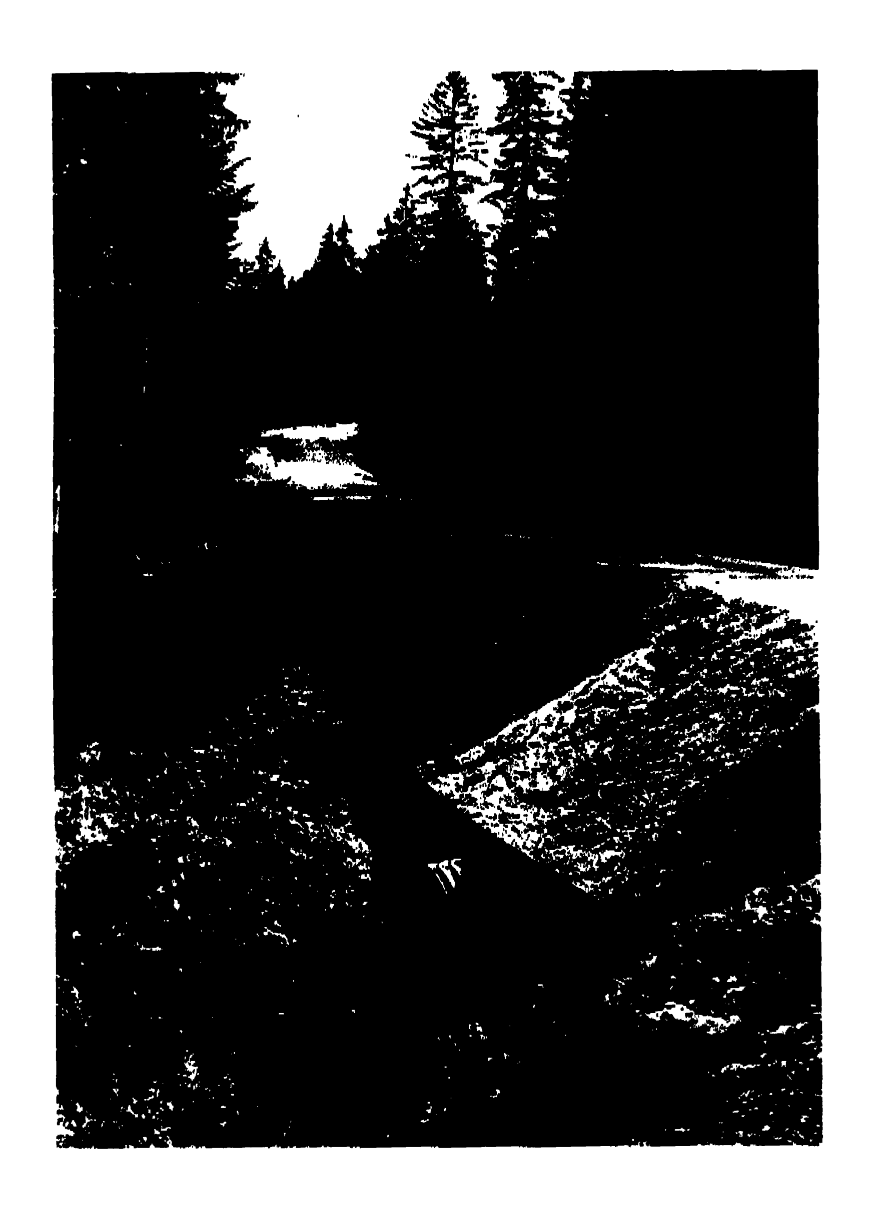


L'absence totale d'un système de drainage des eaux de surface de la chaussée résulte en glissement de terrain et ravinement
(Photo: Wildbach-u. Lawinenverbauung, Kärnten)





Remblai mal construit (provoquant une charge additionnelle sur la pente aval) et drainage insuffisant de la surface de la chaussée ayant provoqué un glissement de terrain et un ravinement
(Photos: Wildbach-u. Lawinenverbauung, Kärnten)



Route forestière pourvue d'un fossé amont montrant la sortie très bien protégée d'un ponceau fait de tôles d'acier ondulées (Photo: R. Heinrich)

TRAVAUX DE CORRECTION DE TORRENTS DESTINES A LA PROTECTION DES ROUTES FORESTIERES DE MONTAGNE DANS LA REGION DU "SALZKAMMERGUT" EN AUTRICHE

par

Manfred Jedlitschka

Sektion Wildbach-u. Lawinenverbauung Gmunden 1/

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE, GEOLOGIE, CLIMAT, VEGETATION

Le Salzkammergut est la partie la plus méridionale de la Haute-Autriche, les trois quarts de la superficie étant situés dans les Alpes calcaires du Nord, un quart dans la zone du flysh 2/.

La région s'étend entre le treizième et le quatorzième degré de longitude Est et entre le quarante-septième et le quarante-huitième degré de latitude Nord. La vallée de la Traun orientée nord-sud a une altitude d'environ 450 m au-dessus du niveau de la mer; les sommets de la chaîne de montagne sont constitués par les formations géologiques suivantes: calcaires triasiques et jurassiques, et dolomites 3/, et atteignent 3 000 m au-dessus du niveau de la mer.

Du point de vue climatique, Salzkammergut est situé dans la zone des températures annuelles modérément froides, avec des été modérément chauds et des hivers modérément froids et d'abondantes chutes de neige. La température moyenne annuelle est de + 8°C, les valeurs extrêmes étant - 24,3 et + 35,6°C. Les précipitations annuelles varient de 1 700 à 2 300 mm selon l'altitude, dont 350 mm tombent en neige. L'évaporation annuelle varie de 335 à 590 mm, toujours selon l'altitude. Le maximum journalier de pluie enregistré a été de 255 mm. La végétation consiste en forêts mélangées de feuillus et conifères (hêtres, épicéas, sapins) dans les vallées, et en forêts sub-boréales de conifères (épicéas, pins, mélèzes) en altitude.

Les formations géologiques ont une influence capitale sur la construction des routes forestières ainsi que sur les ouvrages de correction des torrents. Sur les calcaires et les dolomites, les sols décomposés sont peu profonds, les pentes sont fortes et rendent la construction de routes très onéreuse, étant donné qu'il faut beaucoup travailler à l'explosif dans le rocher.

La pente du fond du lit 4/ des torrents en calcaire et en dolomite est très forte et est généralement encombrée de débris. La zone du flysh, avec sa haute teneur en argile, est géomécaniquement très mobile et a tendance à s'ébouler, à glisser ou à couler après les fortes pluies. La stabilité de tels sols est souvent perturbée par la construction de routes où l'ouverture de déblais entraîne parfois des glissements de terrain. Les torrents ont creusé profondément dans la roche leur lit, formant ainsi des berges très abruptes et souvent instables. Comme conséquence des formations argileuses étanches et difficilement perméables à l'eau, les pluies ruissellent rapidement sur la surface du sol et les torrents se gonflent énormément, surtout pendant les périodes de fortes pluies.

2. HISTORIQUE DE LA CORRECTION DES TORRENTS ET DE LA CONSTRUCTION DE ROUTES FORESTIERES DANS LE SALZKAMMERGUT

L'évolution de la correction des torrents et des ouvrages de protection dans le Salzkammergut est liée intimement à l'histoire des mines de sel. Les mines de sel avaient un énorme besoin de bois qui était transporté par flottage.

1/ Département de correction de torrents et de lutte contre les avalanches, Gmunden.

2/ Formation géologique rencontrée en Autriche, composée de schistes et de grès.

3/ Nom d'un calcaire que l'on rencontre en Autriche et dans le nord de l'Italie.

4/ Souvent appelé TALWEG.

A partir du 14ème siècle, afin d'utiliser au mieux l'eau comme moyen de transport du bois et donc faciliter le flottage, les voies d'eau furent entretenues de façon permanente, et en général des ouvrages de protection des rives faits en bois furents construits, quand et où cela était nécessaire. Ces ouvrages avaient un autre côté bénéfique: ils protégeaient les populations riveraines des inondations et des coulées de boue. Lorsque les salines commencèrent à employer le charbon à la place du bois pour l'évaporation, ce dernier perdit peu à peu de son importance comme combustible et à partir du milieu du 19ème siècle les premiers ouvrages construits pour le flottage commencèrent à se détériorer et à disparaître.

La disparition de ces ouvrages de protection entraîna de graves dégâts par les eaux qui commencèrent à affouiller les lits et les berges des cours d'eau, et finirent par dévaster les terres après des pluies torrentielles. Ceci fit ressortir la nécessité de mesures de protection pour les cours d'eau de montagne. Le Département du génie des torrents et des avalanches fut créé en Autriche en 1884.

Après la seconde guerre mondiale, avec l'utilisation croissante de lourdes machines de terrassement, la construction de routes augmenta énormément, créant ainsi de nombreuses tâches nouvelles pour le Département du génie des torrents et des avalanches. D'une part, la construction des routes exigeait par elle même des mesures de protection contre les dangereux effets de l'érosion et de l'augmentation du débit des torrents. D'autre part, la construction des routes avait souvent modifié la nature du courant en y ajoutant l'eau de la surface de la route et des débris, ce qui en retour exigea des travaux de protection très coûteux sur les cours d'eau en aval.

3. EXEMPLES DE DOMAINES DE CONTACT ENTRE LA CONSTRUCTION DE ROUTES FORESTIERES ET LA CORRECTION DES TORRENTS

3.1 Une route de 6 km (route de vallée) doit être protégée contre l'érosion causée par l'eau du torrent Langbathbach sur le territoire de la commune d'Ebensee

Données techniques: superficie du bassin de réception 37,7 km2, longueur de la vallée 12 km, altitude variant de 430 m à 1 850 m, pente du talweg 1,3 à 5,0 pour cent, dolomite et calcaire, débit maximum 190 m3/sec.

En 1897 et 1899, quatre jours de pluie (376,8 mm en 1897, 505,4 mm en 1899) provoquèrent de désastreuses inondations qui devastèrent un quartier de la commune d'Ebensee. Les ouvrages en bois construits pour le flottage étaient déjà en très mauvais état et furent dans une large mesure détruits, plusieurs kilomètres de routes forestières furent entièrement détruits, quatre ponts s'effondrèrent, et le lit de la rivière se creusa de 4 m; 14 immeubles furent entièrement détruits et 22 furent endommagés.



Désastreuse inondation de 1899 dans le Langbathbach, Ebensee
(Photo: M. Jedlitschka)

Mesures de protection: On fit appel au service de correction des torrents dont les objectifs étaient doubles. Ces objectifs étaient: protection totale de la commune d'Ebensee qui était en danger, et reconstruction de 6 km de route forestière complètement détruite. Afin de protéger la commune d'Ebensee contre les inondations et les coulées de boue, on construisit un canal de 400 m de long entièrement pavé qui pouvait absorber la crue maximum enregistrée au cours des 100 années précédentes ainsi que la charge résultante sur le lit. La reconstruction de la route forestière exigea le relèvement du lit de la rivière qui avait été sévèrement érodé de quelques mètres, afin de créer un large fond de vallée dans lequel la rivière et la route pouvaient passer côte à côte.



Mesures de protection prises dans le même endroit que celui de la photo précédente
(Photo: M. Jedlitschka)

Le lit de la rivière fut relevé de 5 m au moyen de 49 barrages de correction pavés, créant ainsi une base solide contre l'érosion et une nouvelle situation du talweg. Dans une seconde étape, le remblai de la route fut reconstruit, pour la protection duquel 6 200 m courants de maçonnerie cyclopéenne 1/ et de murs de pierres sèches furents construits. De l'autre côté de la rivière, également, là où il n'y avait pas de route, le pied de la pente fut stabilisé au moyen de 5 850 m courants de murs de soutènement et d'épis. Les pentes érodées furent stabilisées au moyen de 6 400 m de plantations suivant les courbes de niveau qui employèrent 78 000 boutures de saule. L'afflux de sédiments fut considérablement réduit par la construction systématique de petits ouvrages de retenue (barrages de correction) sur les tributaires à forte inclinaison.

Au prix de 1,2 million de "Friedenskronen" 2/ le Langbathbach fut systématiquement pourvu d'ouvrages de protection qui après 80 ans fonctionnent toujours entièrement et ont résisté à toutes les inondations.

Au cours des six années de la construction, plus de 1 000 ouvriers furent employés. Les trois premières photographies montrent le désastre provoqué par le torrent et les travaux de reconstruction et enfin la stabilisation obtenue au moyen des mesures de protection contre l'érosion sur le même secteur de la rivière.

1/ Gros blocs de rochers et de pierres.

2/ Monnaie en usage en 1900 dans l'Empire austro-hongrois.



Route et cours d'eau stabilisé par des travaux de correction de torrent dans la même région que sur la photo précédente (Photo: M. Jedlitschka)

3.2 La route forestière traversant le torrent Klausgraben sur le territoire de la commune d'Ebensee, à la hauteur de son cône de déjection 1/

Données techniques: Bassin de réception d'une superficie de 0,3 km2, vallée longue de 1 km, altitudes comprises entre 650 et 1 800 m, pente du talweg 13 à 33 pour cent, calcaire et dolomite, débit maximum 6 m3/sec.

Le lit du Klausgraben ne coule qu'après les fortes précipitations et reste à sec la plupart du temps. Lors de pluies torrentielles, l'eau du torrent charrie une grande quantité de débris qui se déposent sur le cône de déjection dévastant ainsi les terres agricoles qui se trouvent à son pied. En 1955, une coulée de boue détruisit la route forestière et endommagea les bâtiments de la ferme de l'ancien château impérial de chasse et ses environs.

Mesures de protection: L'objectif des travaux de protection entrepris était de protéger la route forestière, les bâtiments et les terres agricoles. Pour y parvenir, on construisit une série de barrages de correction faits de pierres liées au béton et de bois tout au long du cône de déjection.

Les barrages de correction donnent au cours d'eau la direction voulue et une base solide contre l'érosion du lit. Les déversoirs des barrages diminuent fortement l'énergie de l'eau courante et, entre les barrages, se forment des paliers sur lesquels la force de traction de l'eau s'équilibre avec la force d'inertie des sédiments. Dans le secteur de la route forestière, et plus bas près du débouché dans la rivière, le torrent fut canalisé dans un couloir pavé. Dans cette section, tous les sédiments doivent être transportés par l'eau et il faut éviter le dépôt de gravier ou le passage de bois flottant; cela s'obtient par des ouvrages de protection particulièrement importants avant le pont et sous celui-ci. Le courant est concentré dans le canal pavé et la force de traction de l'eau est augmentée. Dans le lit naturel, le fond est trop rugueux et une grande quantité d'eau se perd par infiltration. Afin d'économiser l'argent, on commet souvent l'erreur de ne régulariser le torrent qu'à proximité du pont plutôt qu'au sommet du cône de déjection d'où on peut diriger l'eau de façon sûre vers le pont. Le résultat de la mauvaise position des ouvrages de correction est que le torrent passe par-dessus le pont, trouve un nouveau lit et détruit ou met en danger la route forestière et le pont.

1/ Accumulation dans la vallée des débris charriés par un torrent ayant un lit très en pente.

Ces travaux de protection furent effectués en 1967 et 1968 en employant 12 ouvriers. La construction a coûté 1,4 million de schillings autrichiens 1/.



Un cône de déjection a été pourvu de gradins par une série de barrages de retenue faits de pierres et bien intégré dans le paysage (Photo: M. Jedlitschka)





Série de barrages de retenue faits de bois rond au sommet d'un cône d'éboulis (Photo: M. Jedlitschka)

1/ 1 dollar E.-U. valait alors environ 26 schillings autrichiens.

3.3 Influence défavorable de la construction d'une route forestière sur le cours torrentiel Schubach, sur le territoire de la commune d'Ebensee

Données techniques: Bassin de réception de 0,7 km2, longueur de la vallée 1,5 km, altitude variant de 450 m à 1 200 m au-dessus du niveau de la mer, pente du talweg de 20 à 55 pour cent, sous-sol rocheux calcaire et dolomitique, débit maximum 14 m3/sec.

Le Schubach est un torrent très en pente qui a en partie creusé son lit jusqu'au rocher. Il n'a d'eau que lors de pluies orageuses soudaines ou d'averses. Au cours de la construction de la route forestière, tous les débris des travaux à l'explosif furent déversés sur la pente abrupte densément couverte de forêt en dessous de la route.



Matériaux provenant de travail à l'explosif déposés sur une forte pente
(Photo: M. Jedlitschka)

Après un violent orage en 1977, l'eau de ruissellement a transporté tous les débris dans le lit du torrent et transforma ce dernier en coulée de boue. Le pont de la route principale fut bloqué, le torrent passa par-dessus la route en y déposant une partie des matériaux qu'il charriait et en interrompant le trafic.

Mesures de protection: Une partie des déblais de l'ouverture à l'explosif était encore déposée après la pluie torrentielle de 1977 et ceux-ci sont maintenant au fond du lit du torrent attendant qu'on vienne les enlever. Pour éviter l'enlèvement coûteux de cette masse de matériaux on a construit deux barrages de sédimentation en béton et l'un des deux est périodiquement vidé au moyen d'un chargeur frontal. La capacité de rétention du barrage qui est de 1 000 m3 est ainsi maintenues intacte et il est donc prêt à recevoir les sédiments qui sont apportés par le torrent après chaque grosse pluie. Les deux barrages furent construits en 1977 avec 8 ouvriers. Le coût s'est élevé à 1,9 million de schillings autrichiens.

Considérations économiques générales: La longueur de la route forestière qui traverse le bassin de réception du Schubach est d'environ 800 m. Les déblais et les rochers en provenance de la construction de cette courte section furent tous déposés sur la pente aval de la route sans faire attention à leur décharge correcte, ce qui a entraîné des travaux de protection ayant coûté 1,9 million de schillings autrichiens.

Cette dépense aurait pu être évitée si on avait mené les travaux de construction selon une technique soigneuse, c'est-à-dire l'utilisation de moins d'explosif (charges plus petites) de sorte que les débris des explosions restent sur place au lieu de rouler sur la pente en dessous. Les rochers et débris produits par les explosions auraient alors pu être chargés sur des camions et déchargés en lieux sûrs d'où ils ne pouvaient rouler dans le torrent.

La dépense supplémentaire pour le transport de ces déblais pour la section de 800 m se serait élevée au maximum au tiers des dépenses occasionnées pour la correction du torrent. Du point de vue économique, il est donc indispensable que le constructeur soit pleinement responsable des conséquences de la construction de sa route et qu'il ait à répondre de quelque dommage que ce soit.



Barrage de retenue en béton (Photo: M. Jedlitschka)

3.4 Protection de la route forestière contre les affouillements de la berge de la rivière dans la zone du flysh (zone à glissement), Dammbach, sur le territoire de la commune d'Altmünster.

Données techniques: Superficie du bassin de réception 2,5 km2, longueur de la vallée 4 km, altitude allant de 450 à 800 m, pente du talweg 2 à 20 pour cent, débit maximum 25 m3/sec.; le sous-sol est composé de grès du flysh et de marnes argileuses.

Le sous-sol rocheux se décompose facilement et la couche décomposée est par conséquent très épaisse et forme des sols très fertiles. En raison de la teneur élevée en argile, l'eau ruisselle rapidement, le torrent gonfle très vite et il y a un grand danger de glissement de terrain. La couche décomposée et le sous-sol rocheux montrent peu de résistance à l'action de l'eau (érosion des berges). Le torrent creuse particulièrement la partie extérieure de ses courbes, provoquant des éboulements des pentes près des berges, mettant en danger ou détruisant les routes forestières adjacentes.

Dans les sections plus plates du torrent (pentes de 1 à 4 pour cent) la vallée est généralement assez large pour permettre le passage du torrent et de la route. Les berges y sont protégées contre l'érosion par des épis et le fond du lit est renforcé par des semelles construites en bois.

La partie initiale très en pente des torrents de la zone du flysh est la plupart du temps taillée en forme de V et il ne reste donc pas beaucoup de place pour la route. Il est alors nécessaire de construire un revêtement en râtelier en bois presque vertical remplaçant la berge naturelle afin de gagner de la place pour la route. Afin d'éviter que ces revêtements ne soient affouillés on leur construit une base en forme de semelle dans le lit du cours d'eau. Ces semelles sont indispensables sous les culées des ponts.

Pour la construction des ponts sur le sous-sol instable, la méthode suivante s'est montrée efficace: on élève considérablement le niveau du lit du cours d'eau au moyen d'un barrage correcteur et les culées du pont sont établies immédiatement en amont. De cette façon, on économise sur la hauteur des culées ainsi que sur la portée du pont en même temps que le barrage protège les culées contre l'affouillement.



Protection des berges avec blocage fait à la main et radiers de rondins
(Photo: M. Jedlitschka)



Râtelier vertical en bois remplaçant la berge naturelle
(Photo: M. Jedlitschka)

3.5 Effets protecteurs multiples des barrages régulateurs de sédiments; Gimbach, sur le territoire de la commune d'Ebensee.

Données techniques: Bassin de réception de 26,5 km2, longueur de la vallée 8 km, altitude variant de 500 à 2 400 m, pente du talweg de 2 à 6 pour cent, débit maximum 74 m3/sec., calcaire et dolomite.

A l'heure actuelle, les populations ont pénétré de telle façon les vallées alpines que ce ne sont plus surtout les routes forestières qu'il faut protéger, mais aussi les maisons, les établissements, les industries, les usines de force motrice, les chemins de fer et les autoroutes, dont une grande partie a été construite sur les cônes de déjection des torrents et est donc menacée par des désastres.

Afin de protéger ces biens et ces installations de valeur, un simple travail de régulation n'est plus suffisant; il faut donc construire des ouvrages spéciaux afin d'éviter les forces potentielles destructives du torrent. Au moyen de certains types de barrages correcteurs 1/ on empêche l'impact des sédiments et des coulées de boue sur les infrastructures en les arrêtant et en les laissant se déposer dans la partie d'emmagasinage du barrage. Aux époques de courant moyen les sédiments déposés s'écoulent lentement par les ouvertures pratiquées dans le barrage et sont donc emportés sans causer de dommages.



Exemple de barrage avec chasse des sédiments
(Photo: M. Jedlitschka)

1/ Barrages à pertuis multiples.

4. REMARQUES DE CONCLUSION

Jusqu'à 1950, dans un pays riche en forêts comme l'Autriche, on utilisait surtout du bois rond pour la construction d'ouvrages de protection contre l'érosion. Ces bois ronds étaient récoltés dans le voisinage du torrent et mis en oeuvre sur place. Afin d'accroître la durabilité du bois, on l'imprégnait avec des produits de préservation. Le bois s'est montré un excellent matériau de construction, spécialement sur les pentes instables, car il est élastique, s'accroche au sol, se déplace légèrement sans casser ni perdre de son efficacité.

La durée relativement courte, le coût élevé du travail, l'augmentation des salaires de la main-d'oeuvre (220 schillings autrichiens 1/ par heure effective de travail) et l'emploi de lourdes machines de terrassement après la seconde guerre mondiale, ont conduit à remplacer le bois par le béton et la pierre.

Les grandes dépenses causées par la lutte contre l'érosion en Autriche ont été freinées grâce à une planification prévoyante en empêchant l'installation d'habitations dans les zones menacées par les torrents. Ces zones dangereuses du fait des torrents ou des avalanches figurent sur des cartes. La loi prévoit que ces zones dangereuses ne doivent recevoir aucune habitation ou alors seulement sous certaines conditions et avec des mesures de protection spécifiques; dans ce dernier cas, les mesures préventives de protection doivent être prises par le propriétaire et non par le public, mais sous le contrôle et selon la réglementation publique.



Construction d'un mur de protection des berges en pierres sèches destiné à l'entraînement. Dans le fond, barrages de retenue pour la protection d'un pont (Photo: T. Pasca)

1/ 1 dollar E.-U. vaut approximativement 16,5 schillings autrichiens.

TECHNIQUES DE RECOLTE VISANT A AUGMENTER LA PRODUCTION DE BOIS ET A ECONOMISER L'ENERGIE

par

Ernest Pestal

Universität für Bodenkultur 1/

1. INTRODUCTION

Augmenter la production est facile si on dispose des quantités suffisantes. Economiser l'énergie est facile si cela s'accompagne d'une réduction de la production de bois. Notre but, toutefois, est d'augmenter la production de bois tout en réduisant la consommation d'énergie. Nos efforts pour atteindre cet objectif doivent être concentrés sur les points suivants.

2. AUGMENTATION DE LA PRODUCTION

Quels sont les bois qui peuvent être récoltés au-delà des quantités actuelles sans endommager les peuplements restants? Petits diamètres, bois abattus pour des motifs sylvicoles. (Il faut toutefois se souvenir que la récolte des bois de petites dimensions exige un réseau routier dense.)

D'autres réserves que l'on peut exploiter pour augmenter la production sont les forêts de haute altitude qui jusqu'à présent avaient été considérées comme inaccessibles. Elles peuvent et doivent être exploitées avec le plus grand soin.

Une troisième source d'augmentation des quantités produites peut être trouvée dans les branches et les racines. Une récolte modérée est possible si le menu bois est laissé sur la coupe. Cependant, en montagne, les racines et les souches doivent rester dans le sol, car elles empêchent le ruissellement de provoquer une érosion sur une grande échelle. Enfin une source additionnelle de bois peut être créée par le reboisement des sols dénudés ou des terres agricoles abandonnées par l'agriculture.

3. ECONOMIES D'ENERGIE

Les avis sur la durée des réserves de pétrole et de charbon de la terre varient largement. Jusqu'ici, une seule chose est sûre: moins nous les gaspillerons, plus elles dureront longtemps. Une utilisation économique de l'énergie, de quelque source que ce soit, est par conséquent d'une suprême importance, même dans les pays qui estiments encore qu'ils n'ont pas besoin de préserver l'énergie (tout au moins pour le moment).

Lorsque le terrain le permet, la récolte du bois en partie mécanisée, avec des scies à moteur et des débardeurs à roues est encore la méthode la meilleur marché. La consommation de carburant pour le transport du bois abattu jusqu'à l'usine transformatrice, cependant, est toujours de 3 l/m3 en moyenne, si le bois est avec son écorce. Le transport par câble réduit la consommation de carburant par m3 d'un tiers. Si on peut employer la gravité dans le débardage au câble on peut faire de nouvelles économies. Sundberg estime que, selon le diamètre, il faut encore de 1 à 1,5 l/m3 de carburant pour l'écorçage en tambour à l'usine de transformation.

En règle générale, l'augmentation de la production et les économies d'énergie peuvent être obtenues simultanément lorsque la part de travail manuel est plus élevée. Un changement du débardeur à roues pour des installations de câbles entraîne des frais de salaires plus élevés. Dans les pays où le prix des carburants est devenu exorbitant ou considéré comme inacceptable, le changement pour le transport par câble devient inévitable.

Sur terrain plat ou de collines, les tracteurs à roues munis de treuils à câble continueront certainement à être utilisés; mais afin d'économiser l'énergie ils seront

1/ Université d'agriculture et des forêts, Vienne.

employés comme engins à câbles et les transports sur route seront réduits au minimum. Pour déplacer leur propre poids, les tracteurs à roues demandent deux fois plus d'énergie que pour le transport de la charge. C'est la raison principale pour laquelle la récolte du bois au moyen de tracteurs à roues est grande consommatrice d'énergie.

Dans les pays où la main-d'oeuvre est abondante, le transport par câble présente un avantage: c'est un moyen efficace et productif de création d'emplois.

Dans sa période initiale, toutefois, il demande beaucoup d'entraînement. Sans un personnel bien formé, une installation de câble est bien plus facilement en panne qu'un tracteur à roues.

C'est un domaine d'activité prometteur, pour vous et pour vos collègues; et je suis heureux de m'adresser à vous, ici, à Ossiach, qui est devenu le centre de formation pour les techniques de câblage.

3.1 Transport du bois par gravité et au moyen de la force musculaire

La force musculaire joue un rôle de plus en plus important en sylviculture et dans la récolte des bois de petites dimensions. En montagne, la gravité est une source additionnelle d'énergie qui est toujours disponible et gratuite. En combinant les deux, le bois peut être descendu de la montagne à peu de frais. Le seul instrument auxiliaire nécessaire est le sapi. Particulièrement pour les bois de petits diamètres, les petites quantités et sur des distances courtes de transport, le débardage par gravité à la main est une méthode de valeur. Quarante pour cent de toute la production autrichienne de bois sont encore débardés de cette façon.

Le débardage avec des animaux regagne du terrain, surtout pour les éclaircies. Etant donné que le cheval entre en compétition avec l'homme en ce qui concerne la nourriture, on utilisera de préférence des boeufs ou des buffles, bien que les ruminants soient plus lents que les ongulés.

Le débardage au moyen de la force musculaire montre, que dans une certaine mesure, l'homme est également une "machine musculaire" efficace. Au cours de bien des milliers d'années, il est passé de la chasse et de la cueillette à l'agriculture et au travail, adaptant son corps à son nouveau mode de vie.

Il est très important d'humaniser les conditions de travail. Les travailleurs ne doivent pas porter le bois mais le traîner. Il ne faut pas leur demander de travailler sous une pression excessive du temps. Une réduction du temps de travail ne signifie rien si elle doit être compensée par une augmentation de la vitesse de travail.

Il y a une centaine d'années, nos travailleurs en forêt avaient des gains relativement modestes. En retournant chez eux, ils avaient coutume de chanter leurs chants particulièrement typiques. Aujourd'hui, ils gagnent plus que la plupart des travailleurs de l'industrie, mais on ne les entend plus chanter dans la forêt. Cela montre bien que leur joie de vivre n'a pas augmenter autant que leurs revenus, mais bien plutôt le contraire.

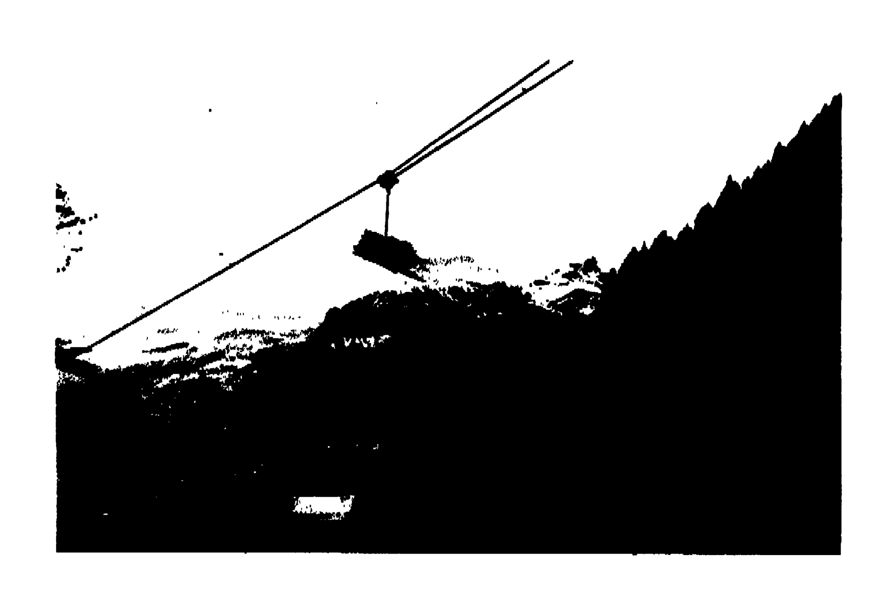
3.2 Systèmes de câblage économiseurs d'énergie

Les conditions géologiques favorables de l'Autriche ainsi que la structure de la propriété ont pavé la route de nombreux systèmes de câblage différents mais intégraux. Tous les types qui conviennent aux forêts de montagne, depuis les petits treuils d'une vingtaine de kilos jusqu'aux puissants équipements atteignant 30 tonnes, sont en usage dans ce pays.

3.2.1 Treuils montés sur les scies à chaîne

Le plus petit appareil à câble destiné à remonter les bois est le treuil monté sur un moteur de scie à chaîne. Il est employé lorsque les treuils plus importants ne peuvent être installés, par exemple pour ouvrir les couloirs ou pour récolter de petites quantités de bois et les mettre à bord de route.

Débardage traditionnel par des chevaux, utilisant un avant-train en bois à deux roues (Photo: E. Pestal)



Transport de fagots de brindilles et de branches par câble (Photo: Wyssen)

Du fait que les treuils montés sur les scies à chaîne ou sur des petits traîneaux pèsent peu, il faut les ancrer solidement pour qu'ils ne reculent pas ou ne glissent sur le côté.

3.2.2 Treuils de câblage montés sur tracteur à roues

Les premiers treuils de câblage montés sur traîneaux qui se déplaçaient par eux-mêmes ont été remplacés par des treuils montés sur des tracteurs à roues. Les experts recommandent d'équiper les tracteurs de roues avant motrices et de cabines de sécurité (contre le renversement). Les fermiers propriétaires de petits lots de forêts préfèrent utiliser leurs vieux tracteurs pour la récolte de leurs bois, car un tracteur neuf est trop précieux pour être employé sur les terrains éprouvants de leurs forêts. En règle générale, le treuil fixé au tracteur par l'attache trois points à relevage hydraulique peut tirer des bois sur des distances jusqu'à 50 m, dans de rares cas jusqu'à 80 m. Ensuite, le bois est légèrement soulevé grâce à une poulie placée en amont de la route, soit au moyen des galets de guidage du bouclier, et tiré sur la route jusqu'au dépôt.

Dans le passé, les bois devaient être empilés à la main pour former une charge; à l'heure actuelle on utilise des chaînes munies de chokers pour ce travail.

3.2.3 Câbles-grues à courte portée

Lorsque le bois est débardé sur de longues distances, l'ouvrier fatigue et les risques d'accidents augmentent. C'est la raison pour laquelle Stefan Gnezda, contremaître de l'entreprise forestière Idria en Slovénie, inventa un câble-grue à courte portée très simple. A l'heure actuelle les câbles-grues à courte portée sont très demandés dans le monde entier et de cette façon l'invention de Gnezda est très recherchée.

3.2.4 Câbles-grues à tour repliable

Si les salaires sont élevés, le temps nécessaire pour installer le câble-grue Gnezda (traditionnel) devient un problème. Pour le réduire, plusieurs constructeurs ont monté des tours repliables sur des tracteurs et actionné le treuil au moyen du système hydraulique du tracteur. Le système le meilleur marché et par suite le plus utilisé est le Koller-K 300.

Les câbles-grues à tour repliable sont les plus faciles à utiliser pour le débardage en remontant, une extrémité de la grume étant soulevée au-dessus du sol. Seule une partie de la charge est supportée par le câble porteur qui peut donc être relativement mince; l'arbre d'ancrage peut avoir un petit diamètre et les supports intermédiaires peu élevés et donc peu coûteux à monter. Cet équipement était conçu au départ pour les éclaircies, cependant on l'utilise également pour les bois de sciage si la charge ne dépasse pas 1 m3.

Il existe également des modèles de câbles-grues avec tours repliables de type plus lourd. On les utilise si la quantité de bois disponible sur la coupe justifie le transport, le montage et le démontage de l'installation. Quelques-uns de ces modèles vous seront présentés dans le film qui va suivre. Il vous appartient de décider si de tels modèles peuvent servir à vos besoins ou non.

3.2.5 Câbles-grues à longue portée

Les câbles-grues à longue portée employant la gravité peuvent aller jusqu'à 3 km et assurer des dénivellations jusqu'à 1 000 m. Ils exigent une planification et une installation très soignées. La consommation de carburant est faible car le chariot est vide quand il remonte. La plus forte contrainte s'exerce sur les freins.

J'aimerais insister sur la valeur des câbles-grues à longue portée du point de vue suivant: on n'a jamais vu les chèvres ou le bétail utiliser les couloirs du câble pour abîmer le terrain ou que des "conquérants" en profitent pour brûler les arbres restants et labourer le sol forestier jusqu'à ce que la pluie l'ait érodé. Les câbles-grues à longue portée sont une garantie de conservation des forêts, ce qui est plus important que tout dans bien des parties du monde.

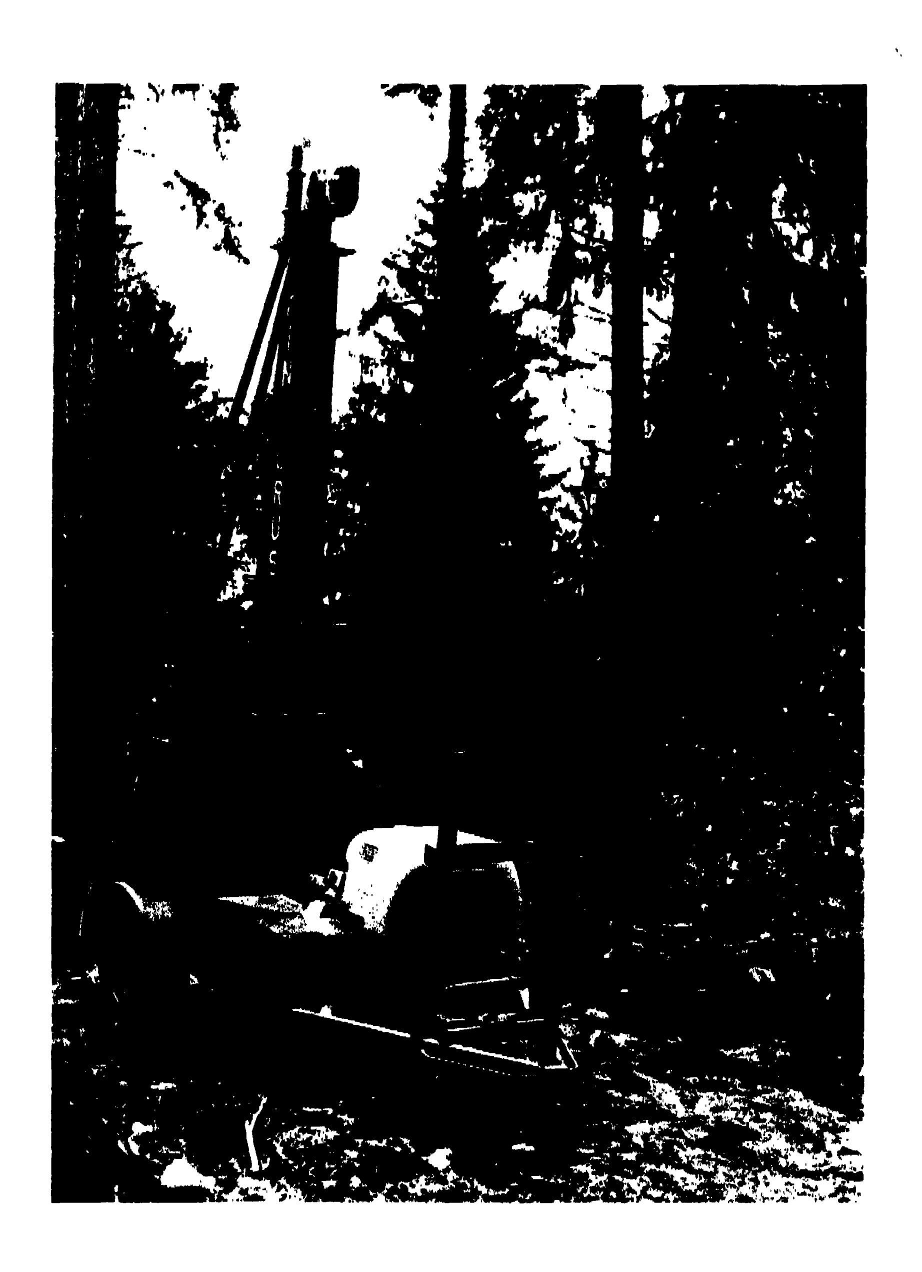
3.3 Récolte du bois très mécanisée

Le terme "hautement mécanisé" pour qualifier la récolte du bois a été choisi pour différencier cette méthode de celle dite "entièrement mécanisée" telle qu'elle est employée en Scandinavie mais qui n'est pas applicable en terrain montagneux. Pour l'abattage, la scie à chaîne est toujours utilisée car les abatteuses mécaniques ont tendance à se renverser si on les emploie sur des pentes trop fortes.



Système de câble simple (Gnezda) utilisé pour le transport des grumes sur courtes distances (Photo: E. Pestal)

Le sujet de ma conférence exclut les systèmes très mécanisés car en moyenne ils exigent 6 litres de carburants par m3 sous écorce. Cela représente le double des méthodes partiellement mécanisées employant les tracteurs. Il est vrai que les "processeurs" destinés aux gros bois sont des machines très efficaces pour l'ébranchage et le tronçonnage, mais bien des propriétaires abandonnent la scie à chaîne pour l'ébranchage et la remplace par la hache pour économiser l'essence, et en même temps pour protéger leurs ouvriers contre les maladies de la circulation dues aux vibrations. Le travail à la hache fait travailler le coeur et les poumons et représente une excellente mesure préventive contre les effets dangereux de la scie à chaîne.



Remorque Mini-Urus équipée pour le câblage, avec tour et moteur, utilisée comme câble-grue à courte portée dans les opérations d'éclaircie, ou pour les bois de petites dimensions lors des coupes définitives (Photo: E. Pestal)

PLANIFICATION DES METHODES DE TRAVAIL POUR LA RECOLTE DU BOIS DANS LES REGIONS MONTAGNEUSES

par

Winfried Egger

Generaldirektion der Osterreichischen Bundesforste 1/

1. INTRODUCTION

Pour planifier une méthode de travail, il faut d'abord définir la situation idéale de travail, en tenant compte de tous les éléments ayant une influence sur les opérations (type d'entreprise forestière, marché, personnel, finances, etc.). Ce n'est que sur cette base qu'il sera possible de déterminer ce qui sera réalisable dans des circonstances données.

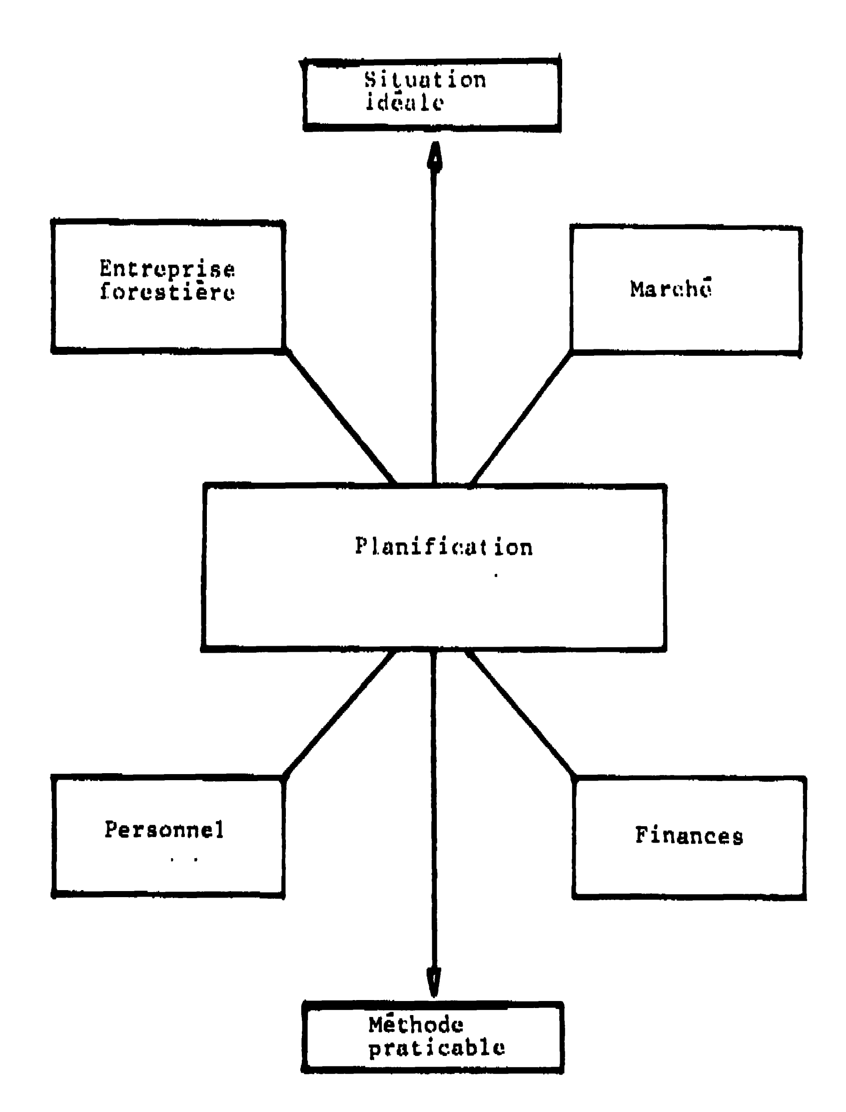


Fig. 1 - Eléments influençant la récolte du bois qui doivent être pris en considération

1/ Direction générale de l'entreprise forestière fédérale autrichienne.

Traduit en termes de récolte du bois, cela signifie que chaque opération isolée doit être considérée comme faisant partie d'une seule méthode de travail.

Etant donné que les éléments d'une telle méthode de travail sont étroitement liés, ils exercent une influence décisive sur le travail à exécuter et sur les résultats à attendre. L'objectif de la planification du travail est donc d'évaluer les éléments particuliers d'une méthode de travail et d'en déduire les conditions dans lesquelles le travail doit être exécuté.

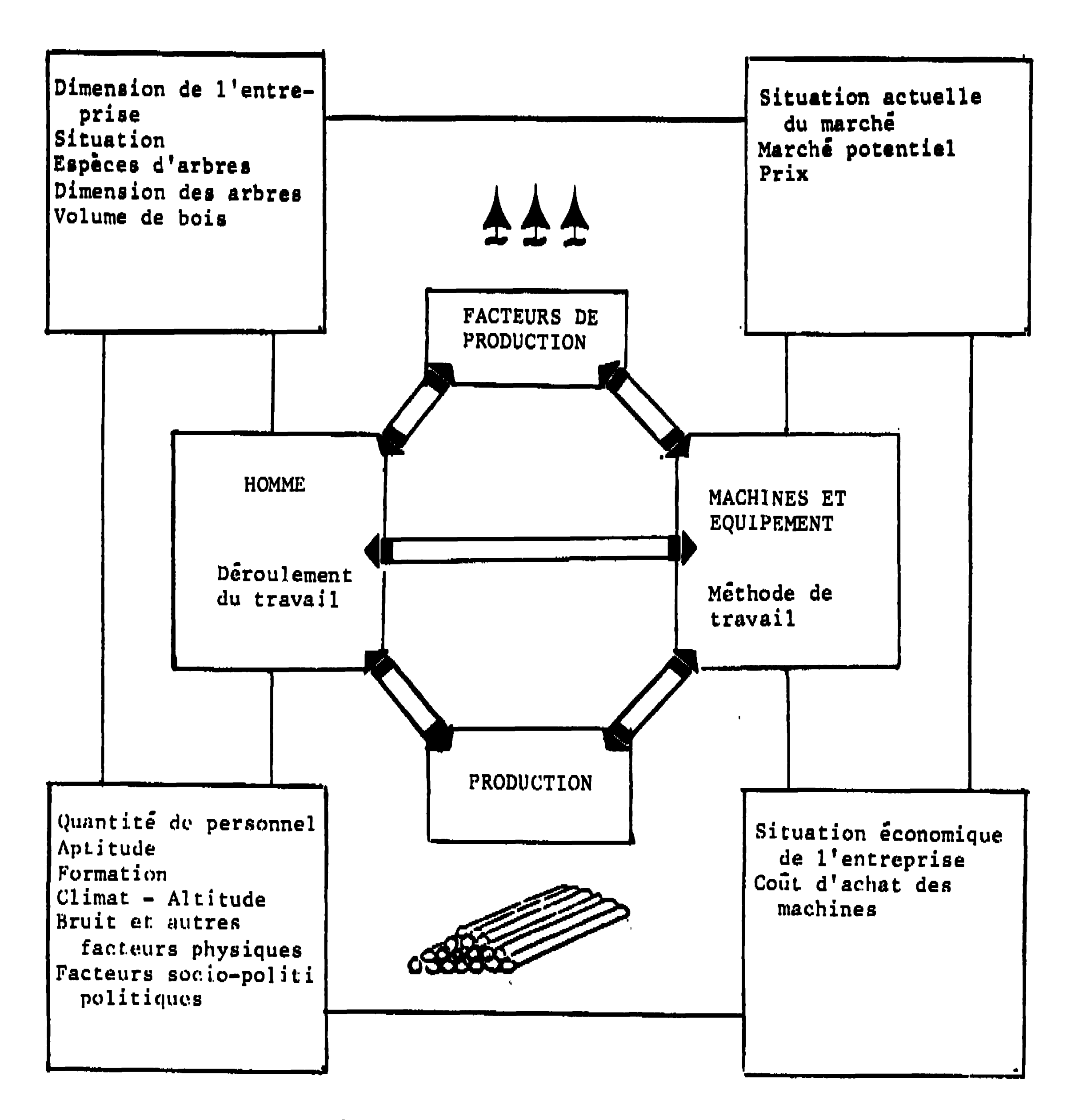


Fig. 2 - Méthode de travail pour la récolte du bois

Comme on peut le voir sur la figure ci-dessus, la méthode de travail se compose d'un cercle extérieur et d'un cercle intérieur.

a) Le cercle extérieur est généralement hors de contrôle du planificateur. Il comprend des facteurs tels que:

i) La dimension de l'entreprise
La situation et le terrain où le travail doit être effectué, les espèces (feuillus ou conifères), la dimension des arbres (diamètre), le volume (nombre de m3) à récolter

ii) La situation du marché
Perspectives de vente du bois à produire, prix de vente, etc.

iii) Les conditions économiques de l'entreprise
Quelle est la situation financière de l'entreprise? L'entreprise dispose-t-elle d'un capital suffisant?

iv) Le coût des machines
Combien coûtent les machines? L'entreprise peut-elle faire face à l'achat de certaines machines? Quels sont les coûts d'exploitation?

v) Le personnel de l'entreprise
Le personnel est-il en nombre suffisant? Est-il qualifié? Est-il formé correctement ou le niveau de qualification peut-il être élevé au moyen de mesures de formation appropriées?

vi) Le climat et l'altitude
Le travail se fait-il en été ou en hiver? A quelle altitude?

vii) Les conditions sociales courantes
Influence du bruit, conditions physiques affectant l'homme au travail, et ainsi de suite.

b) Le cercle intérieur doit être conçu en considération du cercle extérieur. Le cercle intérieur choisi par le planificateur détermine aussi bien les facteurs de production (dans notre cas précis c'est la forêt) que la production de la méthode de travail (c'est-à-dire les assortiments produits, prêts à la vente). En bref, la question qui doit se poser est la suivante: "Par quels moyens et de quelle façon le produit est-il fait?". Ici, l'homme et les machines ou l'équipement qu'il emploie doivent être soigneusement étudiés afin de pouvoir choisir le système de récolte optimum le meilleur marché. Dans ce but le planificateur de la méthode de travail doit prendre des mesures précises:

Mesures à prendre	Effets
Pénétration de la forêt (réseau routier)	Plus grande efficacité
Méthodes de travail (machines forestières)	Augmentation de la production et de la sécurité
Personnel (quantité et qualification)	
Formation de base	
Formation complémentaire	
Rémunération	Amélioration économique

La première mesure de planification des méthodes de travail est la pénétration de la forêt au moyen de la construction d'un réseau de routes de la mailleure manière possible. Le plan général de pénétration doit prendre en considération le type de machines à employer; cela aura une influence sur les détails du plan final.

Un système de routes basé sur les options de mécanisation dont on dispose pour la récolte du bois offre un grand nombre d'avantages, parmi lesquels une production moins coûteuse, moins d'efforts pour les travailleurs et une réduction des risques d'accidents du travail méritent une attention particulière.

Une autre tâche essentielle qui incombe au planificateur du travail est la mise au point des méthodes de récolte du bois, qui doivent être adaptées aux conditions spécifiques qui dominent dans l'entreprise, et qui doivent garantir des opérations sans risques. Sur la base des trois facteurs de la production, la forêt, l'homme et la machine, la méthode de récolte qui convient le mieux aux besoins biologiques, sociaux et économiques de l'entreprise est alors choisie.

Ici, naturellement, il faut harmoniser correctement trois objectifs (production à atteindre, sécurité du travail, préservation de l'état sanitaire de la forêt).

Tout planificateur doit chercher à employer la mécanisation comme moyen de faciliter le travail, d'accroître la sécurité et d'augmenter la productivité du travail. L'offre de main-d'oeuvre (situation du marché du travail et conditions sociales) ne doit pas, toutefois, être perdue de vue.

La méthode de travail et les machines forestières nécessaires doivent être choisies en conformité avec ces facteurs.

2. METHODES DE RECOLTE COURAMMENT UTILISEES EN AUTRICHE EN TERRAIN MONTAGNEUX

C'est devenu une pratique courante, en foresterie, de nommer les trois méthodes essentielles de récolte d'après l'état dans lequel le bois est exploité.

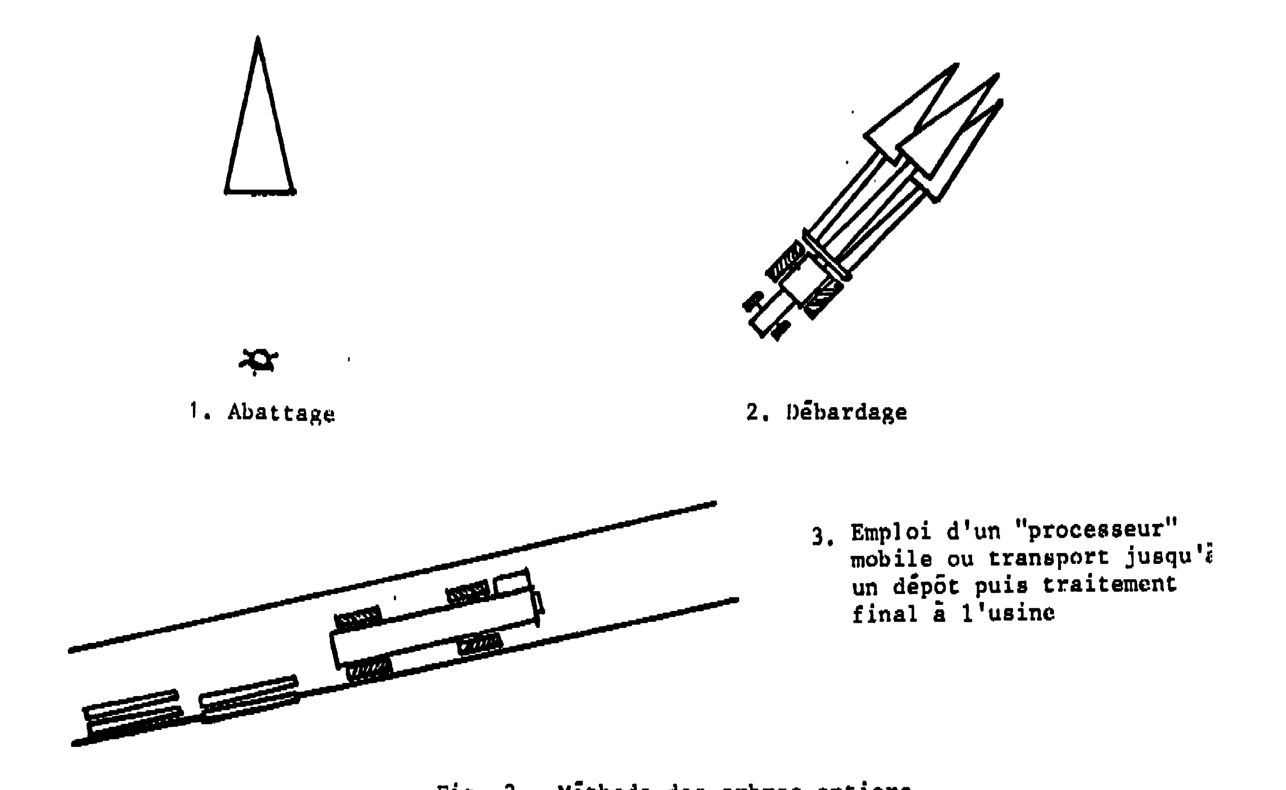


Fig. 3 - Méthode des arbres entiers

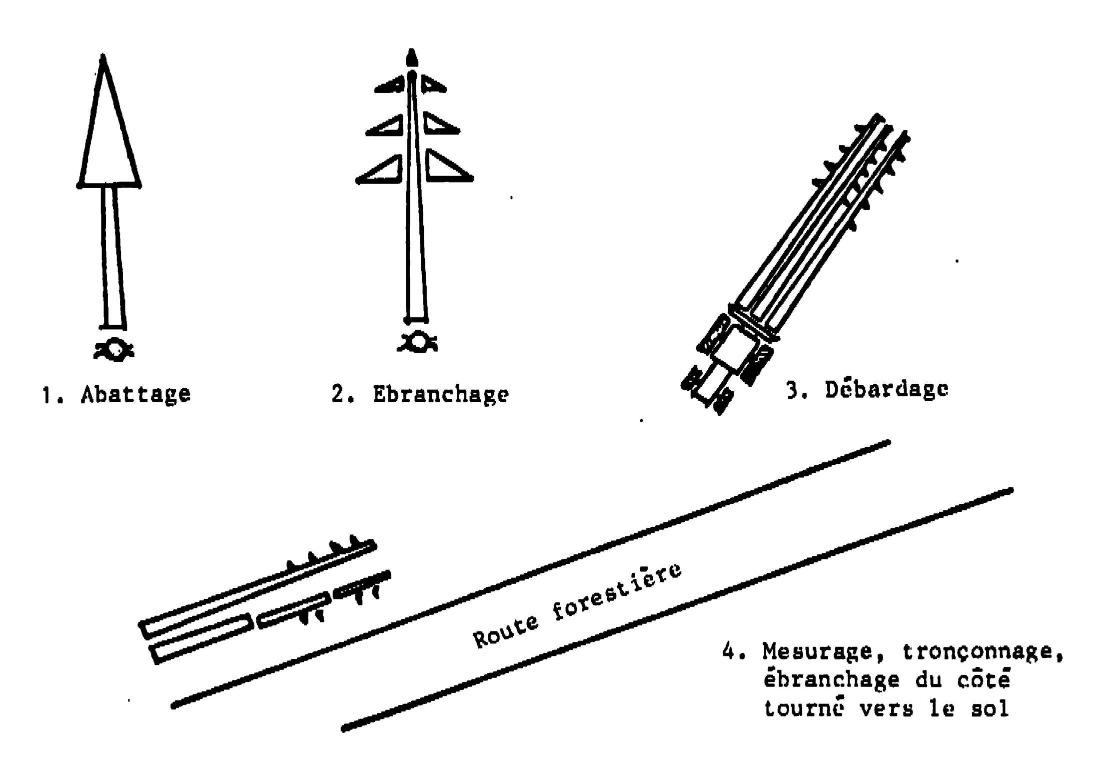


Fig. 4 - Méthode des fûts entiers

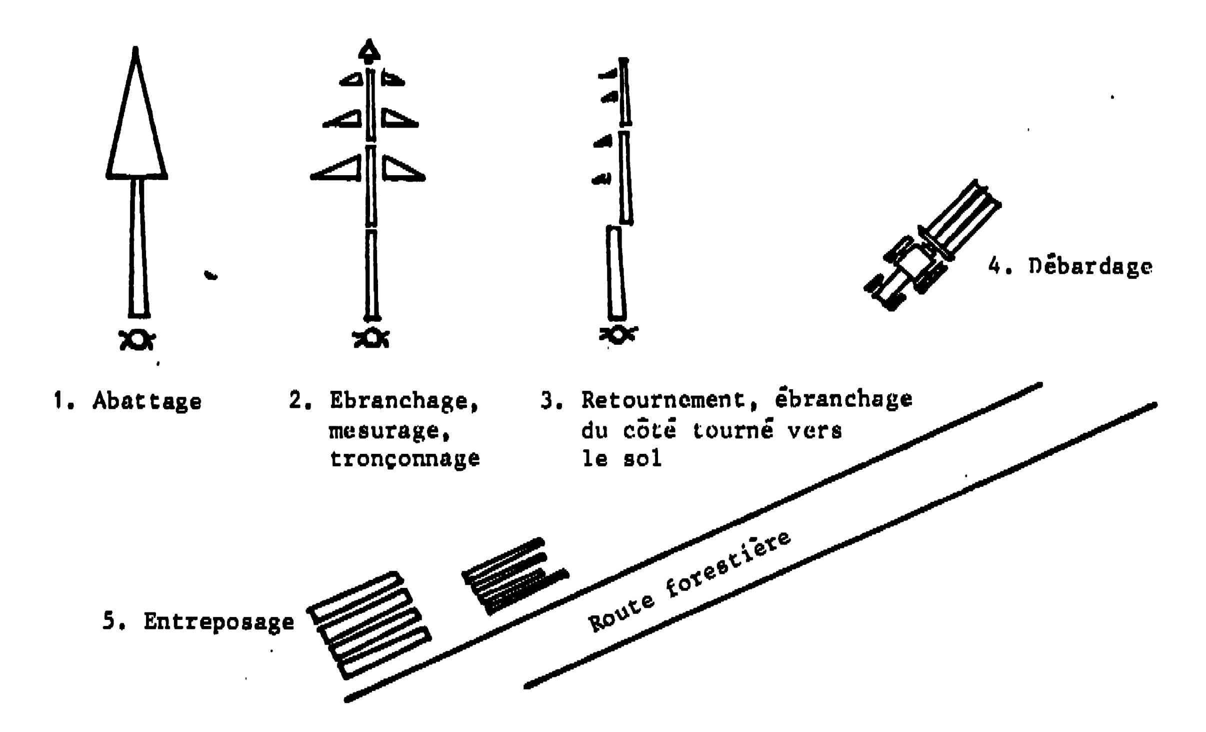


Fig. 5 - Méthode des assortiments

Il existe, naturellement, des variantes pour chacune des méthodes. Chacune des méthodes décrites ci-dessus peut être la mieux appropriée dans des conditions données.

Le point de vue, largement répandu, que la méthode la plus mécanisée est la meilleure, n'est absolument pas toujours correct. Afin d'aboutir à une décision juste, il faut étudier non seulement les prix de revient mais aussi les effets de la méthode de travail sur l'environnement (l'homme et la forêt); il faut donc tenir compte de l'impact du cercle extérieur afin d'éviter les conséquences défavorables.

2.1 Méthode des arbres entiers

Abattage au moyen d'une scie à chaîne. Transport des arbres jusqu'au lieu de façonnage ou jusqu'à la route avec un tracteur débardeur ou un câble.

Façonnage mécanisé au moyen d'un "processeur" sur le terrain ou un "processeur" mobile, etc. (ébranchage, tronçonnage, écorçage).

2.2 Méthode des fûts entiers

Abattage, ébranchage de la partie supérieure du tronc, en utilisant une scie à chaîne sur les lieux de la coupe; les fûts sont transportés jusqu'à un chantier de façonnage ou à bord de route (débardeur), façonnage (tronçonnage, ébranchage final au moyen d'une scie à chaîne).

2.3 Méthode des assortiments

Abattage et façonnage en assortiments sur le parterre de la coupe, en employant une scie à chaîne; transport des assortiments jusqu'à la route (débardeur ou débardeur articulé à roues, câble-grue, débardage à la main, etc.).

Les recherches effectuées par l'entreprise forestière fédérale autrichienne ont montré que la méthode des assortiments (c'est-à-dire la méthode traditionnelle de récolte) est la plus coûteuse en montagne; la méthode des fûts entiers revient 34 pour cent moins cher que la méthode traditionnelle, et la méthode des arbres entiers est d'environ 30 pour cent meilleur marché que la méthode traditionnelle.

Coûts de la récolte exprimés en pourcentage des coûts de la méthode traditionnelle				
100 %	82 %	81 %	70 %	66 %
Récolte traditionnelle avec notre personnel propre et nos propres débardeurs, écorçage manuel	Récolte traditionnelle avec notre propre personnel, débardeurs des fermiers, écorçage manuel	Récolte en partie mécanisée, avec notre propre personnel, débardeurs des fermiers, écorçage manuel	Récolte très mécanisée avec notre propre personnel, débardeurs des fermiers, écorçage manuel	Récolte partiellement mécanisée avec notre propre personnel, processeur sur le terrain, bois non écorcé à prix réduit

Fig. 6 - Comparaison des coûts de récolte dans l'entreprise forestière fédérale

Dans la planification des méthodes de travail on ne doit pas seulement tenir compte des coûts mais aussi de la proportion des salaires par rapport aux coûts (qui varie selon la méthode employée).

95 %	69 %	36 %
Récolte traditionnelle	Récolte partiellement mécanisée employant un tracteur débardeur	Récolte hautement mécanisée

Fig. 7 - Proportion des salaires par rapport aux coûts pour les trois différentes méthodes de récolte

D'une façon générale, la méthode des assortiments est la plus appropriée dans le cas de faibles volumes par coupe (jusqu'à 150 m3) ou de distances de débardage courtes (jusqu'à environ 100 m). Si les dépôts sont difficiles à installer et le terrain est très accidenté, on peut également recommander la méthode des assortiments. Il faut aussi la préférer pour les éclaircies (grumes ou doubles grumes) et pour les exploitations sélectives (enlèvement d'arbres isolés) car on évite ainsi les plus gros dommages au peuplement restant.

Les grandes quantités de bois, les distances de débardage longues, les coupes à blanc, ainsi que les petits abattages préparatoires sont des facteurs qui justifieraient la méthode des fûts entiers pourvu que l'on dispose de chantiers de façonnage appropriés et de machines de débardage. En ce qui concerne le terrain avec des pentes moyennes de 45 à 50 pour cent en descendant et de 25 pour cent en remontant, la méthode des fûts entiers au moyen d'un débardeur (tracteur articulé à roues muni d'un treuil) a donné toute satisfaction.

La méthode des arbres entiers demande une étude très poussée de certains facteurs tels que le volume total à récolter, ainsi que les options de transport et de débardage. Les estimations des coûts et les calculs des volumes sont d'excellentes sources d'information pour la prise des décisions.

Etant donné les lourdes charges et le frottement accru provoqués par les branches restées sur l'arbre, il faut des débardeurs de plus forte puissance pour la récolte d'arbres entiers que pour celle de fûts entiers.

Lors du choix des machines pour les diverses méthodes de récolte, le planificateur doit s'assurer qu'elles répondront aux besoins du projet lui-même (travail, ouvriers, production et coûts).

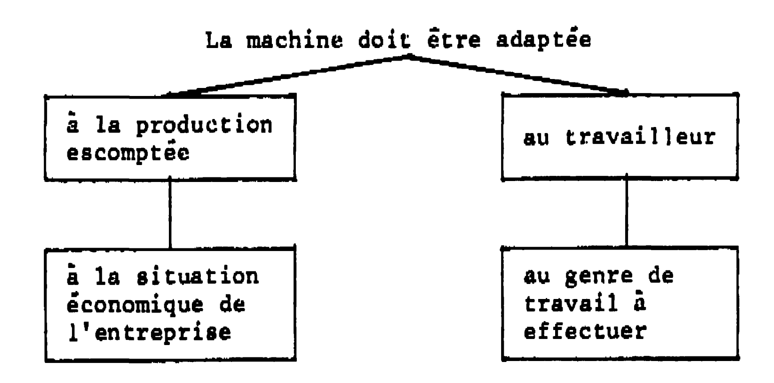


Fig. 8 - Choix des machines

Une machine ne peut convenir au travail à effectuer que si elle a été conçue pour les conditions du terrain et pour le processus du travail (mobilité tout terrain, rapport poids-production favorable, etc.). Les dommages causés au peuplement restant, au sol forestier, aux assortiments produits ainsi qu'aux routes et aux dépôts doivent être réduits au strict minimum.

Une machine ne peut convenir au travailleur que si elle satisfait aux principes et aux exigences ergonomiques. Sa conception et ses dispositifs de sécurité doivent être tels qu'ils garantissent un maniement facile, commode et sûr. Ces facteurs sont une nécessité préalable à une production soutenue de l'ouvrier.

Une machine ne peut être efficace que si, en plus des critères examinés, elle opère avec sécurité et régularité en même temps qu'elle permet une production soutenue de la part de l'ouvrier dans des conditions de travail normales. Avant d'acheter une machine, il faut étudier ses caractéristiques par rapport au travail qu'on lui demandera. La rentabilité est naturellement un autre critère d'importance considérable. Une machine ne peut être rentable que si son prix d'achat est raisonnable ou peu élevé, que si on peut l'employer à sa capacité normale, et que si ses frais d'opération et de réparation sont faibles. Si elle est utilisée à 60-70 pour cent de sa capacité, on peut en attendre des résultats satisfaisants. Son prix d'achat doit toujours être ramené à l'unité de production (mètre cube).

Un certain nombre d'instituts scientifiques (l'Institut fédéral de recherches forestières, Schönbrunn, par exemple) ont élaboré des listes de contrôle comprenant tous les critères signalés ci-avant. Toutefois, un personnel approprié et spécialement entraîné est toujours nécessaire pour effectuer les études économiques et ergonomiques ainsi que pour choisir le type de machines correct.

Il appartient également au planificateur de vérifier que le personnel convenablement formé soit disponible en nombre suffisant. Ce personnel doit constamment être perfectionné. Seul un personnel forestier des plus qualifiés recevant continuellement des consignes et sous une supervision constante sera capable de remplir ses tâches de façon économique, en toute sécurité, et avec un souci permanent de la conservation de la forêt.

Avec une mécanisation toujours plus grande de la récolte du bois, le niveau de la formation professionnelle doit aussi s'élever. Une formation particulière à chaque méthode de récolte doit être proposée.

Une machine ne fait pas le travail toute seule

Ce serait une grave erreur de penser que la planification consiste à acheter des machines et à avoir l'intention de mettre en oeuvre une certaine méthode de travail. Plus la méthode choisie est mécanisée plus la planification et l'organisation doivent être poussées.

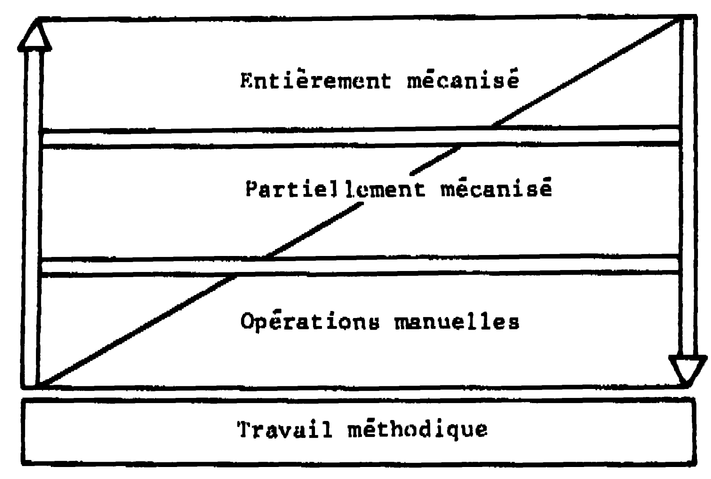


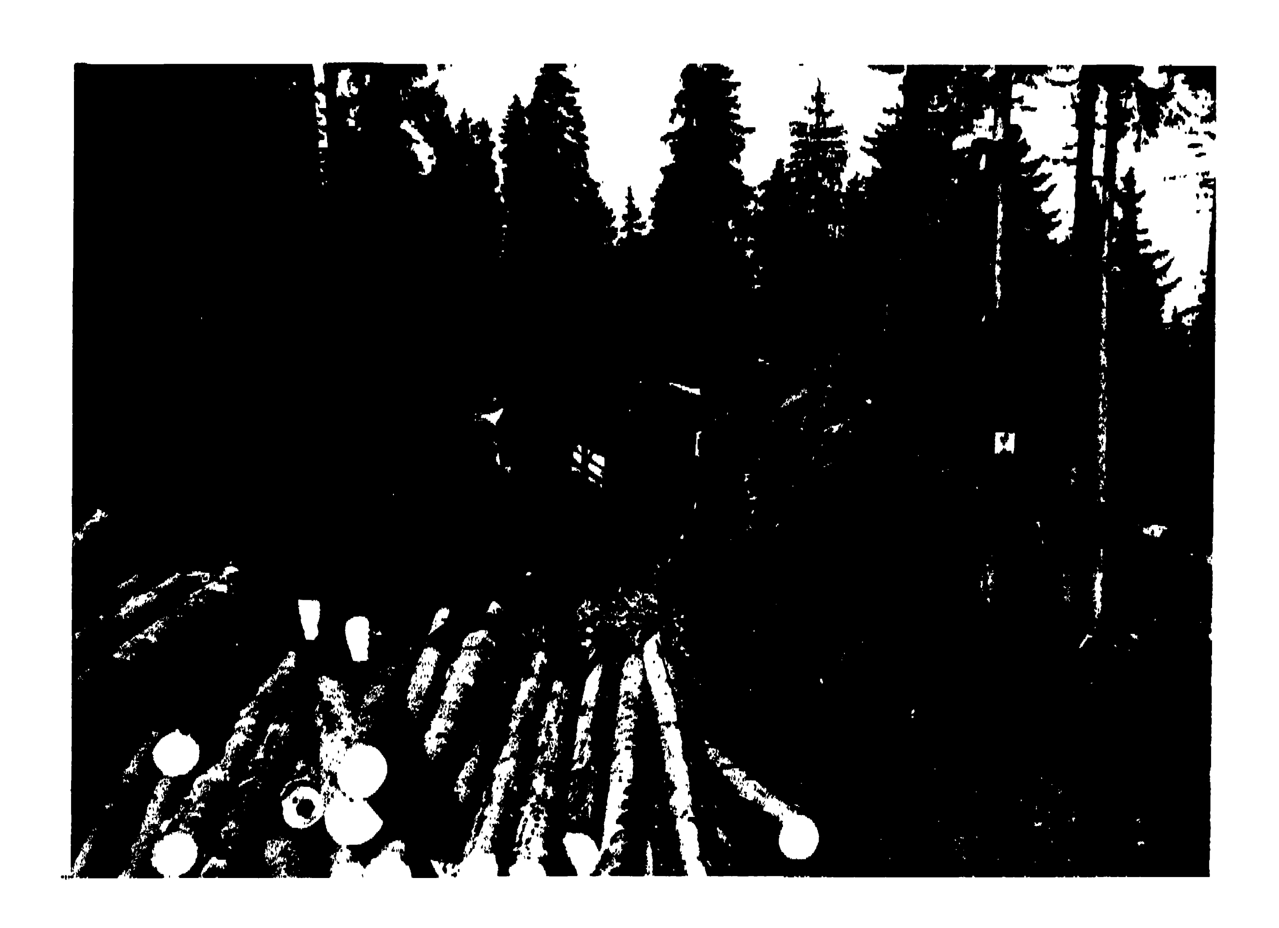
Fig. 9 - Planification et organisation du travail

Un autre facteur décisif dans le choix d'une méthode de travail particulière est le système de rémunération utilisé. La planification du travail doit assurer à tous les travailleurs bien formés, connaissant bien leur tâche et ayant une expérience suffisante, dans des conditions normales de travail, des revenus convenables. Motiver les travailleurs est la chose correcte et raisonnable à faire! Mais un encouragement excessif provoqué par un système de rémunération stimulant à l'extrême peut être très dangereux, car il peut présenter une menace pour la vie et la santé du travailleur et entraîner une usure excessive de la machine, comme endommager le peuplement restant par excès de zèle.

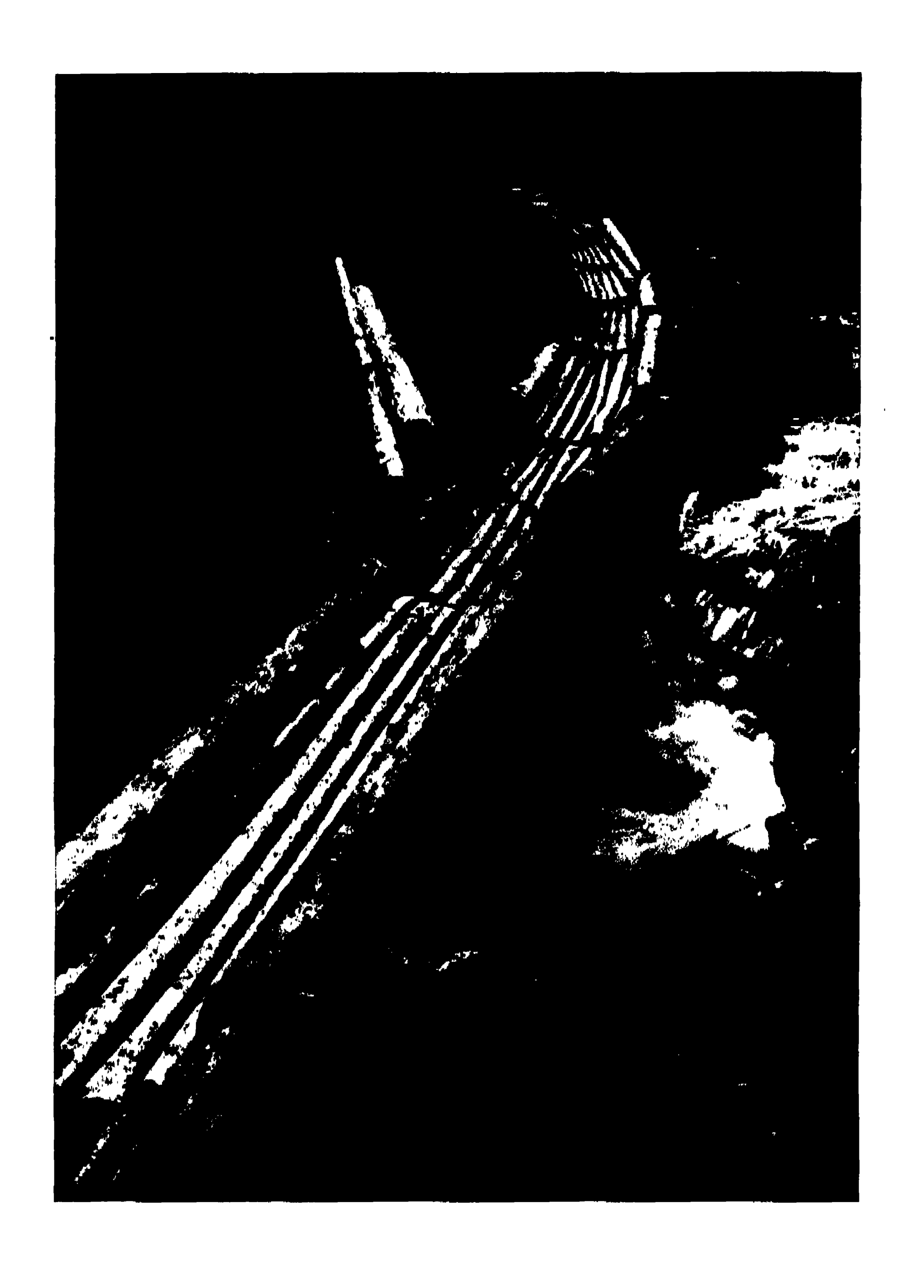
Un système de rémunération correct doit combiner un élément de salaire au temps avec un élément de salaire proportionnel à la production (salaire aux pièces ou primes de production).

Le planificateur doit choisir le type de rémunération approprié au travail à effectuer. Ici l'on a constaté que le travail aux pièces convient parfaitement à la méthode des assortiments, alors que pour les méthodes de récolte combinées (arbres entiers ou fûts entiers) où des machines plus puissantes sont utilisées, la rémunération à la prime (salaire de base plus prime à la production) est généralement employée.

La production, la sécurité du travail et la santé de la forêt ne sont pas déterminés par un seul travailleur! Tous les hommes impliqués dans le processus de travail contribuent au résultat. S'assurer que ces trois objectifs puissent être atteints est de la responsabilité particulière du planificateur. Il doit être conscient de ses fonctions et agir en conséquence.



"Processeur" reprenant des fûts entiers pour les ébrancher, les écorcer, les tronçonner et les classer en assortiments (Photo: O. Sedlak)



Glissières en bois utilisées avant que les forêts de montagne ne soient rendues accessibles au moyen de routes forestières (Photo: O. Sedlak)

APPLICATION DES TECHNOLOGIES INTERMEDIAIRES A LA RECOLTE DU BOIS DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT

par

Rudolf Heinrich

Division des industries forestières
Département des forêts de la FAO

1. INTRODUCTION

Au cours des dernières années, dans beaucoup de pays industrialisés et de pays en développement du monde entier, on a vu apparaître un important changement du rôle de la forêt à l'égard du public, au niveau de la province ou du pays, aussi bien en ce qui concerne la conception de l'utilisation que la formulation des politiques forestières et les programmes d'action future. Dans la plupart des pays, autrefois, les forêts étaient aménagées pour satisfaire les besoins des industries du bois et ce n'est qu'au cours des dernières années que l'on a pris de plus en plus conscience de leur rôle dans l'environnement. A l'heure actuelle il semble, tout au moins dans de nombreux pays en développement, que la production de bois de feu pour l'utilisation énergétique (bois de feu, charbon de bois, gaz de bois) est devenue de plus en plus importante. Quelques services forestiers se sont donc lancés dans des programmes de reboisement sur une grande échelle afin d'établir de nouvelles plantations destinées à satisfaire les besoins locaux ou régionaux en énergie; en faisant participer les populations locales, la FAO a institué un programme appelé "Forêt pour le développement des communautés rurales" destiné à appuyer ce mouvement dans de nombreux pays en développement.

Les pays industrialisés pensent également à créer des forêts pour l'énergie destinées à étudier le coût de la récolte du bois destiné à produire de l'énergie (par exemple en Autriche et en Suède).

Cette évolution est due à deux facteurs principaux: le prix toujours plus élevé du pétrole et sa raréfaction prévisible d'une part, et les besoins croissants d'une population en expansion. Maintenant, vous devez vous demander ce que cela vient faire avec la forêt en général et l'exploitation forestière en particulier. En raison des taux d'inflation élevés dans de nombreux pays du monde, il a fallu réduire les coûts, réorienter la production dans bien des secteurs du commerce, de l'industrie et des services. En ce qui concerne l'exploitation forestière, beaucoup de pays en développement demandent conseil pour diminuer le coût des investissements, de l'exploitation (équipement de récolte), des dépenses de carburant. En quelques mots, comment diminuer les coûts de production du bois. D'autre part, dans de nombreux pays en développement se fait sentir le besoin de créer des emplois, particulièrement dans les zones rurales. Très souvent les objectifs mentionnés ci-dessus peuvent être atteints en utilisant des machines moins puissantes, en améliorant l'organisation, en formant et spécialisant le personnel et en entretenant correctement les machines et l'équipement.

2. NIVEAU DES OPERATIONS DE RECOLTE DU BOIS

On peut distinguer principalement trois grands différents niveaux des opérations de récolte:

- Opérations d'exploitation à fort coefficient de main-d'oeuvre;
- Opérations d'exploitation à technologie intermédiaire;
- Opérations d'exploitation entièrement mécanisées.

2.1 Opérations d'exploitation à fort coefficient de main-d'oeuvre

Dans ce type d'opérations, comme le nom l'indique, le principal apport est constitué par le travail manuel. A l'aide d'outils à main de bonne qualité et bien entretenus, conçus pour les différents genres de travail en forêt, des résultats tout

à fait remarquables peuvent être obtenus dans l'exploitation forestière. En ce qui concerne le déplacement des grumes, des méthodes traditionnelles très spéciales ont été imaginées dans diverses parties du monde; certaines d'entre elles sont encore utilisées, particulièrement lorsque la main-d'oeuvre est encore meilleur marché que la machine. Juste pour donner quelques exemples, les grumes, dans les mangroves ou les marécages, sont poussées à la main dans des canaux ou des fossés creusés manuellement; sur des sols plats unis, on prépare souvent des pistes sur lesquelles les grumes sont roulées jusqu'à un dépôt; en terrain accidenté les grumes sont descendues à l'aide de sapis, de pelles de débardage, de traîneaux ou de glissières. Dans certains cas, des animaux de trait et de transport ont partiellement remplacé la partie purement manuelle du déplacement des grumes.

2.2 Opérations d'exploitation à technologie intermédiaire

Dans ce genre d'opérations, on limite l'emploi de la main-d'oeuvre et les machines viennent faciliter le travail et augmenter la production. Par exemple, l'abattage est fait à la scie à chaîne au lieu des scies à bûches, mais souvent l'ébranchage est encore pratiqué à la hache. Pour les transports hors route ou sur route, des tracteurs agricoles munis d'équipements forestiers (treuils, chariots, équipement de câble-grue et remorques) feront un très bon travail dans bien des cas. Les facteurs limitants pour l'utilisation de ce genre de machines sont souvent la dimension des grumes et l'accessibilité des forêts (terrain, sol et densité du réseau routier).

2.3 Opérations d'exploitation entièrement mécanisées

Dans la plupart des pays industrialisés on utilise généralement une mécanisation très poussée, en raison du coût élevé de la main-d'oeuvre et de la nécessité d'assurer un approvisionnement régulier de grandes quantités de grumes aux industries du bois et aux marchés consommateurs. Mais dans certains pays en développement on rencontre également des exploitations très mécanisées, surtout dans les forêts tropicales où la dimension des arbres et donc des grumes et leur poids les rendent difficiles à manipuler avec de petites machines et où la main-d'oeuvre est insuffisante en raison de l'éloignement des forêts.

Dans les pays industrialisés, sur terrain facile, la mécanisation des opérations d'exploitation à grande échelle a atteint un tel degré qu'une seule machine effectue les diverses opérations d'abattage (à la scie ou à la cisaille), d'ébranchage, de tronçonnage et d'écorçage. En terrain difficile ou accidenté, toutefois, il faut encore plusieurs machines pour assurer la production de grumes; très souvent la suite des opérations est la suivante : abattage à la scie à chaine, câble-grue pour débarder les arbres jusqu'à la route, traînage au tracteur sur la route jusqu'à un dépôt où un processeur assure l'ébranchage, le tronçonnage et l'écorçage des arbres.

A l'heure actuelle, dans les forêts tropicales, l'abattage se fait au moyen de scies à chaîne puissantes et le débardage par une combinaison de tracteurs à chenilles (concentration de fûts sur les pistes de débardage principales) et de puissants tracteurs articulés à roues. Ces dernières années, on a construit une nouvelle machine destinée à travailler avec les tracteurs à chenilles pour l'exploitation du bois: il s'agit d'un tracteur débardeur sur chenilles souples.

3. APPLICATION DES TECHNOLOGIES INTERMEDIAIRES

Le concept de l'utilisation des technologies intermédiaires dans les opérations forestières, particulièrement dans l'exploitation (débardage et transport) tire son origine surtout des changements survenus dans la situation économique de beaucoup de pays du globe, spécialement en raison de la consommation d'énergie, son utilisation et son coût. Il est né également de la prise de conscience de la nécessité de conserver les ressources forestières au moyen d'opérations efficaces tenant compte de l'environnement, et d'accroître ces ressources au moyen de plantations. Il faut faire très attention de choisir la taille et la puissance (kw) appropriées des machines en raison du coût élevé des carburants dans les pays non ou peu producteurs de pétrole et du coût de la main-d'oeuvre dans les pays industrialisés. Pour faire ce choix, il faut examiner les disponibilités de main-d'oeuvre et combien il en faut pour arriver à des solutions plus économiques. Cela est particulièrement important pour les nouvelles forêts établies pour fournir de l'énergie.

4. INVENTAIRE DES MACHINES D'EXPLOITATION POUR LES TECHNOLOGIES INTERMEDIAIRES

Lorsqu'on parle de technologies intermédiaires, on pense surtout à l'emploi des tracteurs agricoles (ayant une puissance de 50 à 80 cv) munis d'équipements spéciaux forestiers, conçus dans le passé, mais surtout récemment, pour assurer les différentes tâches nécessaires à l'exploitation forestière et au transport. Ce type d'équipement est surtout fabriqué dans les pays industrialisés et est largement employé. Cependant, c'est un fait qu'il est peu connu dans les pays en développement.

Un des buts de ce rapport, par conséquent, est de vous donner une idée générale des équipements d'exploitation forestière existants et qui sont la plupart du temps utilisés avec des tracteurs agricoles, et pouvant satisfaire certains des besoins en moyens d'exploitation forestière de vos pays; un autre but, en second lieu, est de vous rendre compte de quelques études comparatives de temps effectuées au Mexique lors d'opérations d'exploitations utilisant des technologies intermédiaires simples, des outils, des équipements et des machines.

En ce qui concerne le tracteur agricole à utiliser pour les opérations forestières, il doit avoir:

- quatre roues motrices et une cabine protectrice ou une structure de protection contre le renversement;
- attache trois points (sauf pour les accessoires forestiers directement fixés sur le tracteur);
- prise de force;
- bouclier de protection sous le châssis (protection du moteur);
- puissance de 50 à 80 cv DIN 1/.

Quant aux accessoires destinés aux travaux forestiers, j'aimerais vous donner quelques exemples de ceux-ci, utilisés actuellement et qui peuvent être groupés de la façon suivante:

- grappins montés sur tracteur pour le débardage des grumes et des bois courts;
- treuils montés sur tracteur avec ou sans bouclier de débardage;
- treuils attachés au tracteur avec ou sans bouclier de débardage;
- chariots de débardage attachés au tracteur;
- câbles-grues à tour mobile attachés au tracteur;
- remorques pour le transport de grumes et de bois courts.

En plus de ces accessoires forestiers pour les tracteurs agricoles, on a mis au point des treuils de tirage au sol indépendants (commandés à distance par radio ou non) et qui ont été perfectionnés ces dernières années. Une autre innovation remarquable est la glissière en polyéthylène qui est utilisée pour faire descendre le bois à pâte ou le bois de feu.

4.1 Grappins montés sur tracteur pour le débardage de grumes et de bois courts

Cet accessoire est très utile pour les opérations menées par un homme seul en terrain facile. L'emploi de ce grappin exige en général que le tracteur puisse se déplacer en direction de l'arbre abattu ou des grumes afin de pouvoir les prendre sur le terrain; toutefois, certains grappins sont équipés d'un treuil qui leur permet de

1/ Deutsche Industrie Norm (normes industrielles allemandes).

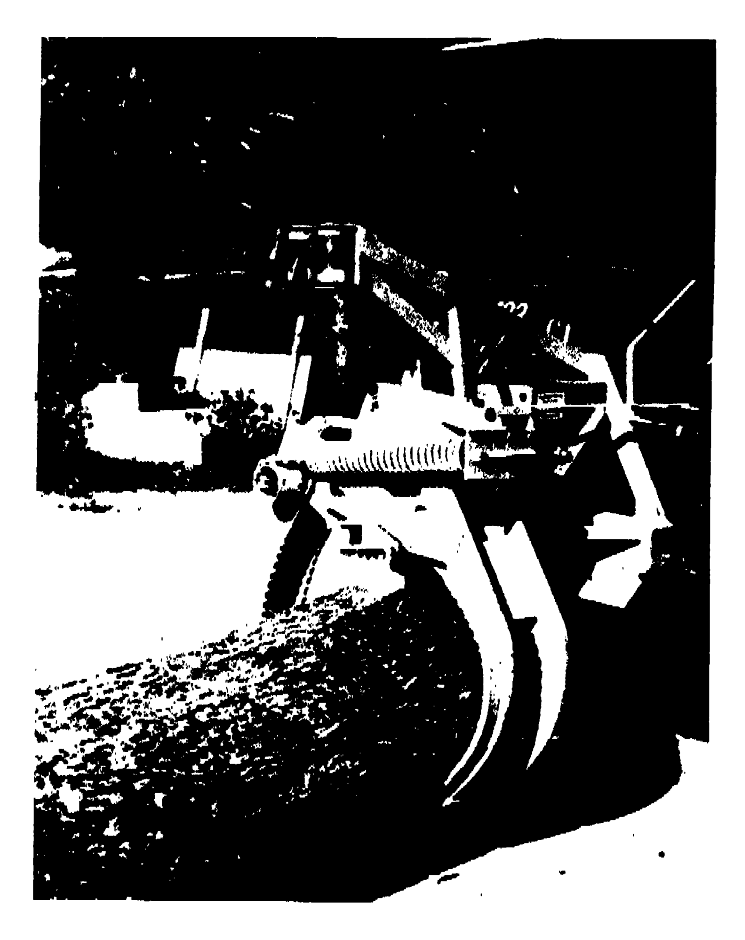
travailler sur des terrains plus difficiles. Normalement le grappin peut tout prendre, depuis les arbres ou les grumes les plus petits jusqu'aux plus gros (c'est-à-dire depuis les perches jusqu'aux arbres et grumes de gros diamètres; de 8 cm à 110 cm).

Vous trouverez ci-dessous une liste de quelques fabricants de grappins et d'accessoires pour tracteurs:

- pour le débardage des grumes (Farmi, Kuxmann, Ruttning, Loft);

- pour le débardage des bois courts (Norgaard, Kärtner Maschinenfabrik).

Pour plus de clarté, une photographie d'un grappin, muni d'un treuil et attaché à un tracteur figure ci-dessous:



Grappin muni d'un treuil à simple tambour (Photo: FPP 1/)

Le treuil a une force de traction de 4 000 kp, une capacité de 60 m avec un câble de 12 mm de diamètre. La vitesse moyenne du câble est d'environ 0,5 m/sec. L'ensemble, sans le câble, pèse environ 470 kg.

Les prix d'achat pour les différents types de grappins s'échelonnent de 2 000 dollars E.-U. environ jusqu'à 5 000 dollars E.-U. 2/ selon qu'il s'agisse de travail léger ou lourd.

1/ Kooperationsabkommen zwischen Forstwirtschaft, Platten-u. Papierindustrie.

2/ Les prix indiqués sont approximatifs, datant de 1979-1980 et donnés uniquement à titre d'information. Ce sont des prix sortie d'usine sans frais de douane ni transport. Note: 1 dollar E.-U. = 15 schillings autrichiens (février 1981).

4.2 Treuils montés sur tracteurs avec ou sans bouclier de débardage

Il existe des treuils qui sont montés directement à l'arrière des tracteurs en usine.

De nombreuses compagnies fabriquent des treuils montés sur tracteurs telles que: Adler, Glogger, J.H.B. Hydatongs, Huber and Gland, Lindner, Kuxmann, Nagel, Oesa, Ritter, Schlang und Reichart, Vögerl et Werner. Il existe des treuils à simple ou double tambours avec une force de traction maximum allant de 2 400 à 8 000 kp environ.

La plupart des treuils ont une capacité de 50 à 80 m de câble par tambour, mais certains atteignent 120 m; généralement le câble employé a un diamètre de 12 à 14 mm. Les prix varient de 4 000 à 8 000 dollars E.-U. La photographie ci-dessous montre comme exemple un treuil à simple tambour (Vögerl) fabriqué par Rittmann Maschinenbau et muni d'un bouclier de débardage.



Treuil à simple tambour avec bouclier de débardage monté sur tracteur (Photo: FPP)

Le treuil a une force de traction de 3 500 kp et une capacité de 110 m de câble de 12 mm de diamètre. Comme la photographie le montre, on recommande l'emploi d'un bouclier de débardage pour des questions de sécurité et d'efficacité.

4.3 Treuils attachés au tracteur avec ou sans bouclier de débardage

Ces treuils sont attachés au tracteur par la fixation trois points, ont simple ou double tambour et sont souvent munis d'un bouclier de débardage. Certains de ces treuils ont des tambours parallèles aux essieux du tracteur, d'autres perpendiculaires. Toutefois, ce dernier type doit être muni d'un système de poulies de renvoi spécial. A la place du bouclier de débardage, un fabricant monte un simple châssis muni de béquilles qui stabilisent le tracteur pendant le treuillage des grumes.

Voici quelques marques bien connues de treuils attachés aux tracteurs: Farmi, Huber, Igland, Krasser, Norse, Ritter, Schlang et Reichart, Schwedenforst, et Vögerl.

Ces treuils ont généralement une force de traction de 1 500 à 5 000 kp. La distance maximum de travail varie de 50 à 180 m selon la dimension du treuil et le câble employé. On utilise des câbles de 8, 9, 10, 11 et 12 mm; le plus fréquemment employé est celui de 12 mm.

Le prix d'un tel équipement, selon la marque et la puissance requise, varie de 1 200 à 7 000 dollars E.-U.

On voit ci-dessous la photographie d'un treuil très simple, le treuil Farmi, qui est muni d'un grappin:



Tracteur à roues avec treuil et grappin
(Photo: NORMET)

Le treuil a une force de traction de 3 000 kp; la capacité de son tambour est de 50 m avec un câble de 8 mm de diamètre et 75 m avec un câble de 10 mm de diamètre. Le prix d'achat est d'environ 1 700 dollars E.-U.

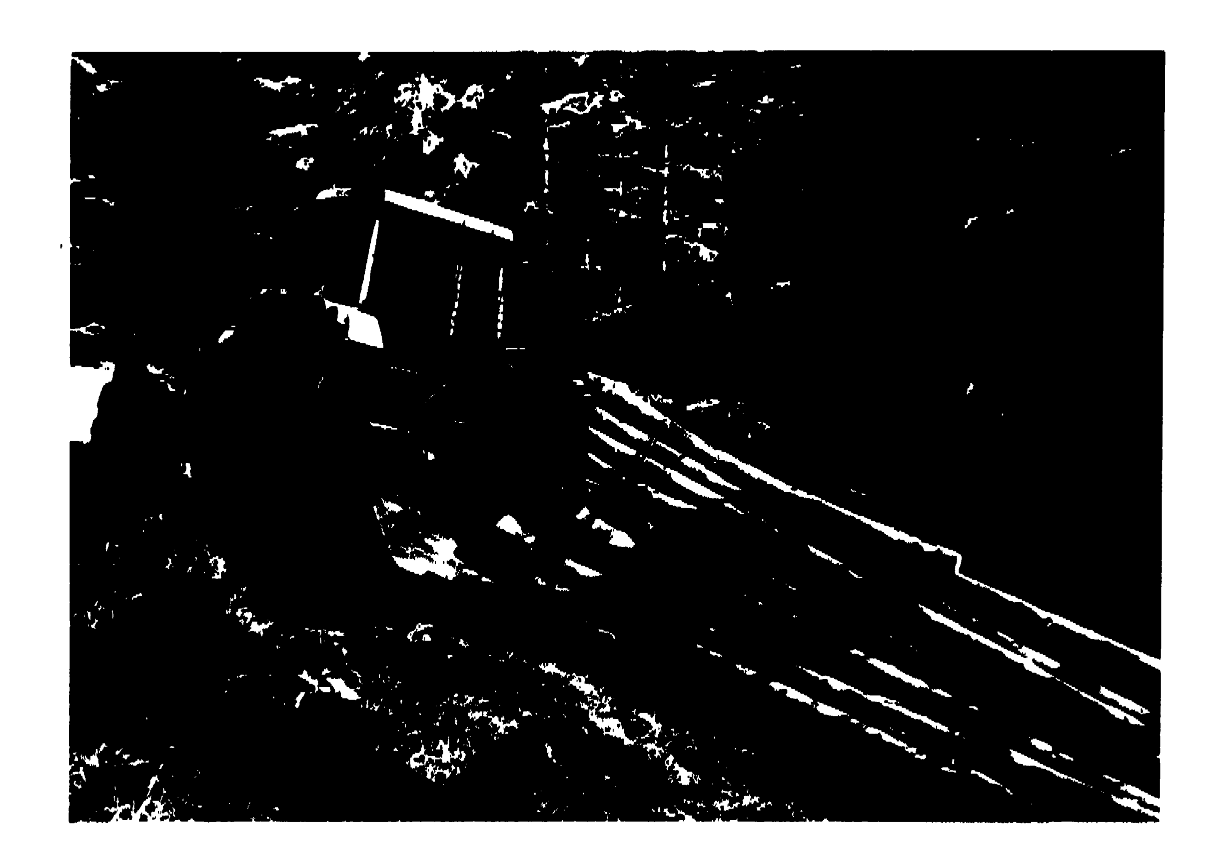
4.4 Chariots de débardage attachés au tracteur

Cet équipement est fabriqué par exemple par Steyr, et par Schläng et Reichart. C'est essentiellement une petite remorque à deux roues, un treuil à simple tambour et un bouclier de débardage. Ce chariot a un double rôle, il tire au treuil et il transporte. La distance de tirage peut être au maximum de 75 m avec un câble de 12 mm ou 110 m avec un câble de 10 mm.

La force de traction maximum est d'environ 4 000 kp. La combinaison intéressante de cet équipement est que les grumes peuvent être tirées sur des terrains difficiles jusqu'à la route ou à une piste puis transportées (semi-portage) jusqu'à la route ou au dépôt. Dans la première phase, le bouclier sert de protection et d'ancrage, puis dans la seconde, en basculant il devient un support pour une des extrémités de la grume (voir photographies). Le prix d'achat du chariot Steyr est d'environ 5 500 dollars E.-U.



Tracteur agricole avec chariot (arrière-train) utilisé pour tirage au sol en remontant (Photo: Steyr)



Tracteur agricole avec chariot transportant la charge (Photo: O. Sedlak)

4.5 Câbles-grues à tour mobile attachés à un tracteur

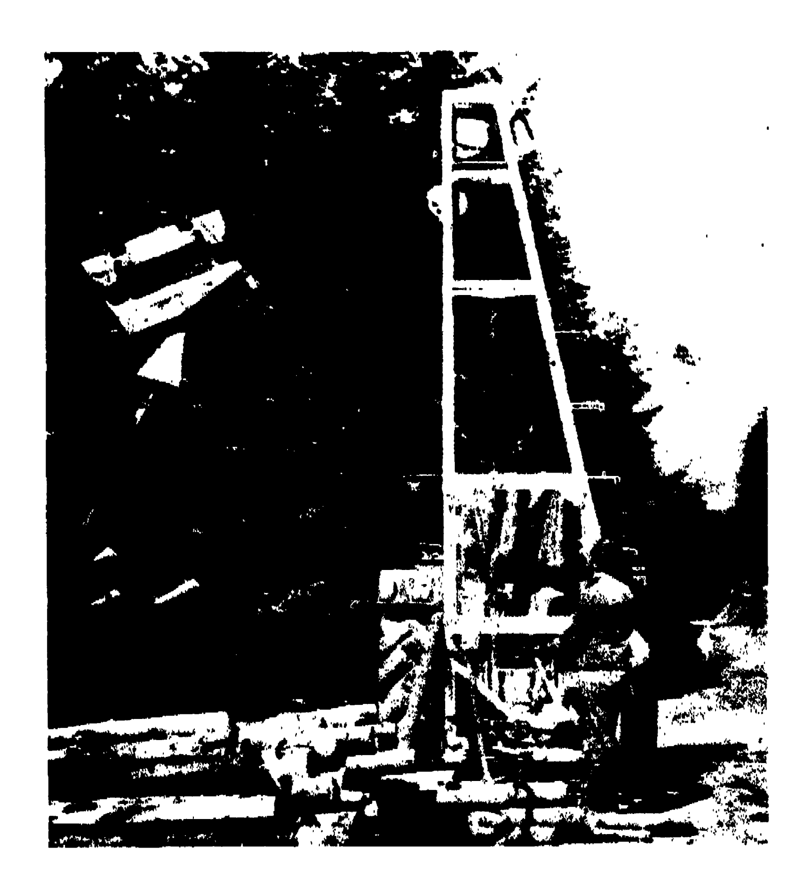
Il n'existe, sur le marché, que très peu de systèmes de câbles construits pour être attachés aux tracteurs agricoles et pour être utilisés comme câbles-grues; citons cependant James-Jones, Koller, Urus-mini et un modèle qui en est encore au stade des recherches: le système Igland/Kubota. L'avantage de ce système sur les modèles traditionnels est que grâce à sa mobilité et sa tour, le temps d'installation est considérablement réduit.

De cette façon l'exploitation peut être menée plus économiquement qu'avec l'ancienne méthode, sur les terrains difficiles et accidentés, inondés ou marécageux. Leur portée allant de 300 à 500 m de longueur, ils complètent de façon idéale un réseau de routes conçu pour rendre une forêt entièrement accessible à l'exploitation. On peut essentiellement distinguer deux types de câbles: le système "high lead" et le "skyline". Ces différents types seront examinés en détail ultérieurement et par conséquent nous n'en dirons pas plus pour l'instant.

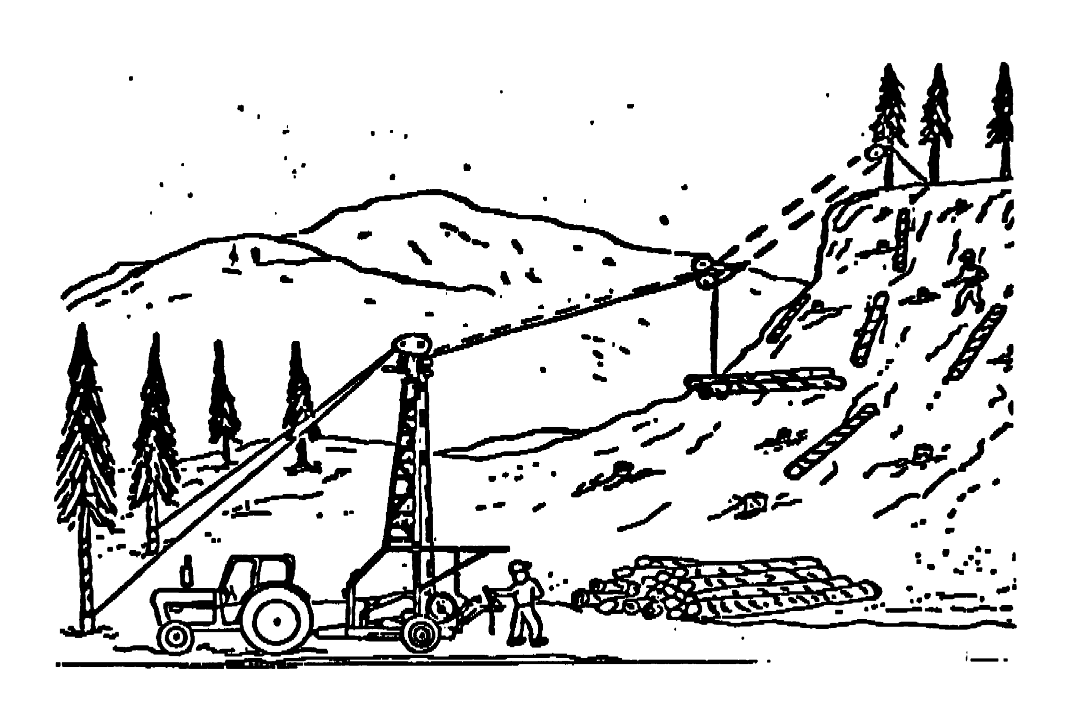
Les machines décrites ci-dessus sont surtout destinées à être utilisées dans les plantations forestières, pour les bois de petites dimensions, en coupes à blanc ou en éclaircies; elles sont capables de transporter une charge utile de 1 500 kg au maximum.

Un système de câble Koller, par exemple, coûte environ 30 000 dollars E.-U. alors que le James-Jones en coûte 50 000. En plus il faut, dans les deux cas, disposer de ou acheter un tracteur agricole pour faire marcher l'ensemble.

Les deux photographies suivantes montrent deux systèmes de câbles différents en opération.



Système de câble Koller 300 remontant des grumes à bord de route (Photo: FPP)



Système de câble sur remorque Alp de James-Jones descendant des grumes à bord de route
(Dessin fourni par James-Jones)

4.6 Remorques pour le transport de grumes et de bois courts

Elles sont essentiellement conçues pour les agriculteurs ou pour les petits entrepreneurs pour transporter des grumes ou des bois courts sur des distances peu importantes. Les remorques spéciales, telles que la Radolf-Zeller Ruckewagen, ont été construites pour le transport des bois courts, étant donné qu'elles sont munies d'un système hydraulique de bascule permettant un déchargement des bois très facile.

Cette remorque a un seul essieu et peut charger 2 stères si le bois est en paquets, sinon 3 à 4 stères en vrac. La longueur de 1 ou 2 m influe aussi sur la capacité de chargement. Le prix d'achat d'une telle remorque est d'environ 5 500 dollars E.-U.



Déchargement de paquets de bois courts qui ont été transportés
par une remorque (Radolf-Zeller Ruckewagen)

Le même constructeur produit également une remorque à un seul axe destinée à transporter des perches et ayant une charge utile de 3 tonnes.

4.7 Treuils de halage au sol

Ce sont des treuils indépendants qui sont construits pour débarder des grumes par halage au sol (treuillage) spécialement pour les opérations à petite échelle, c'est-à-dire grumes situées dans des endroits difficiles (ravins, petites vallées, lits encaissés ou terrain escarpé). Ils sont également conçus pour les coupes de bois de petits diamètres dans les plantations. Selon la marque, la force de traction varie de 600 kp à 2 200 kp. Ils peuvent couvrir des distances de 80 à 165 m. Le diamètre du câble est normalement de 5 mm, 6 mm, 6,5 mm, 7 mm, 8 mm, et 9 mm pour ces treuils à simple tambour. Certains sont équipés d'un moteur de scie à chaîne, d'autres avec un moteur spécial. Les puissances disponibles vont de 4,5 à 16 cv DIN.

Leur poids varie de 42 kg à 560 kg. Le treuil de 42 kg peut être facilement transporté à la main alors que les autres doivent être transportés sur les lieux du travail par des moyens spéciaux.

Le treuil est généralement ancré à un arbre; l'ouvrier doit alors tirer le câble jusqu'à la grume, ajuster l'élingue, puis mettre le treuil en marche par radio (à l'exception du treuil Akja). Le treuil Akja est construit sur un traîneau et l'extrémité du câble est fixée à un arbre, et le treuil se déplace vers la grume à débarder; la grume est placée sur le traîneau et le treuil hale l'ensemble vers la route ou le dépôt.

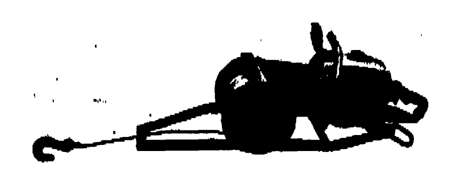
Un constructeur fabrique un treuil de halage au sol dont le moteur est fixé sur une petite remorque à un seul essieu; le treuil est relié au moteur par des raccords hydrauliques. La remorque peut être conduite à la main jusqu'au lieu d'utilisation.

Les prix d'achat des treuils décrits ci-dessus vont de 2 500 à 12 000 dollars E.-U., selon la marque et le modèle.



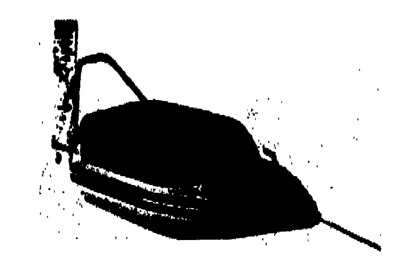
Treuil sur traîneau Akja (Photo: Karntner Maschinenfabriken Egger Ges.m.b.H.)

Comme cela a été mentionné plus tôt, ce treuil est généralement utilisé pour rassembler les grumes; toutefois, il est également très utile pour le transport des câbles et des supports de câbles-grues jusqu'aux lieux de montage en forêt. On l'utilise également pour mettre en place les glissières de polyéthylène dans les éclaircies. Le treuil sur traîneau est équipé d'un moteur de scie à chaîne de 4,8 kw, a une force de traction de 800 kp, un câble de 110 m de long (6,5 mm de diamètre) et pèse au total (y compris le câble) 70 kg. Il coûte environ 2 500 dollars E.-U.



Treuil de halage léger Multi KBF (Photo: KWF 1/)

Ce treuil est également équipé d'un moteur de scie à chaîne (Jonsereds) de 4,2 kw; il a une force de traction de 1 000 kp et une capacité de 80 m de câble de 6 mm de diamètre ou de 150 m de câble de 5 mm.



Radiotir Alpin 1) (Photo: KWF)

1/ Kuratorium für Waldarbeit u. Forsttechn

Ce treuil est utilisé avec commande radio et peut être mis en oeuvre par un seul homme. Il a un moteur de 6 kw, une force de traction de 1 200 kp et la capacité de son tambour est de 165 m avec du câble de 7 mm ou 125 m avec du câble de 8 mm de diamètre. Son prix est d'environ 9 000 dollars E.-U.

5. ETUDES DE CAS D'EXPLOITATION FORESTIERE AVEC DES TECHNIQUES INTERMEDIAIRES AU MEXIQUE

L'objet de ces études était de préciser les techniques intermédiaires d'exploitation forestière destinées à améliorer l'efficacité de la récolte du bois pour les petits propriétaires forestiers, particulièrement en réduisant la fatique des ouvriers grâce à l'introduction de machines sans gros investissements et en permettant à toute l'opération d'exploitation d'être plus économique pour le travailleur, le sous-traitant ou l'entrepreneur.

Une série de 8 études en tout fut entreprise concernant des degrés variés de mécanisation, mais tenant compte des aspects et des exigences de la sylviculture ainsi que des caractéristiques du terrain. Ces études ont eu lieu dans une forêt de conifères près de Perote, Veracruz, à une altitude de 2 400 à 3 000 m au-dessus du niveau de la mer. Les espèces prédominantes étaient les pins, mélangés avec Abies spp. et des cyprès.

Les sites allaient du terrain plat jusqu'aux terrains accidentés (pentes avec une déclivité de 3 à 55 pour cent). Le diamètre à hauteur de poitrine des arbres enlevés s'échelonnait entre 18 et 28 cm. Les essais ont porté sur des exploitations à blanc et des coupes sélectives. Les recherches furent effectuées au moyen d'études des temps en appliquant la méthode des "multimoments" et les résultats furent analysés par un ordinateur selon un programme établi par l'équipe de recherche.

Ces études des temps ont permis d'évaluer la production et les prix de revient des différentes méthodes, en faisant varier l'outillage, les équipements et les machines, et d'établir des comparaisons de coûts pour les différentes méthodes. Les huit différentes méthodes étudiées étaient les suivantes:

Etude N° 0: La méthode traditionnelle utilisée: abattage et tronçonnage avec des haches et des scies à main, débardage avec des boeufs.

Etude N° 1: Même genre d'opération que ci-dessus; toutefois, on a utilisé des outils à main plus efficaces et les ouvriers ont reçu une courte formation.

Etude N° 2: Abattage à la scie à main, débardage par fûts entiers au moyen de tracteur à roues équipé d'un treuil à double tambour (Igland 5000).

Etude N° 3: Abattage et tronçonnage avec scie à chaîne, débardage selon deux méthodes différentes:

Variante 1: Tracteur équipé d'un treuil à double tambour;

Variante 2: Tracteur muni d'une remorque pour bois courts.

Etude N° 4: Abattage à la scie à chaîne, débardage des fûts entiers par un tracteur à roues muni d'un chariot (arrière-train).

Etude N° 5: Etude sur les bois courts dans les éclaircies, abattage à la scie à main, débardage à la main.

Etude N° 6: Etude sur les bois courts; abattage à la scie à chaîne, débardage par glissières en polyéthylène (Leykam log line).

Etude N° 7: Etude en terrain accidenté; abattage à la scie à chaîne, débardage avec câble-grue.

Basées sur les essais pratiqués au Mexique, les conclusions suivantes peuvent être avancées:

La méthode traditionnelle d'exploitation peut certainement être améliorée, particulièrement en formant les ouvriers et les petits propriétaires ainsi que les entrepreneurs d'exploitation, et en faisant adopter de meilleurs outils convenablement entretenus.

En ce qui concerne le débardage et le transport, la méthode manuelle est la plus coûteuse. Le débardage traditionnel avec des animaux, surtout sur de courtes distances, peut faire concurrence au tracteur à roues équipé d'un treuil. Cela est particulièrement évident quand les conducteurs sont mal formés.

La méthode de débardage au tracteur muni d'un chariot s'est montrée la plus économique de toutes les méthodes essayées.

De plus, les études ont montré clairement que dans un pays où les salaires sont peu élevés, un degré de mécanisation très poussé n'est absolument pas justifiable économiquement. Le niveau de mécanisation, le type de machines et leur puissance doivent donc être harmonisés avec la situation socio-économique du pays, en considérant toujours les caractéristiques de la forêt, ainsi que l'environnement (dimension de l'exploitation, peuplements et dimension des arbres et de la coupe, terrain, sol, infrastructure et disponibilité de la main-d'oeuvre).

Les données essentielles et les résultats obtenus sont présentés sous forme de deux tableaux figurant plus loin. Le Tableau 1 donne essentiellement la production en m3 par heure d'ouvrier et les coûts par m3 en dollars E.-U. pour les différents types d'opérations. Le Tableau 2 montre les coûts comparés du débardage, par m3 en dollars E.-U., pour une distance moyenne de 50 m.



Tracteur agricole équipé d'un câble-grue K300 prêt à se déplacer vers le prochain point d'installation (Photo: E. Pestal)

Tableau 1 - Résultats des études de temps dans la forêt de pin de Perote/Veracruz

Etude	Pente moyenne	DHP moyen	Intensité de la coupe	Type d'opération	Equipement utilisé	Production m3/homme/h	Coûts $ E.-U./m3	Distance moyenne de débardage
Etude N° 0 Méthode traditionnelle (assortiments)	3 %	27 cm avec écorce	91 % du total du volume sur pied	Abattage tronçonnage débardage	Scie à main + hache Boeufs	0,77 1,19 Total	0,76 1,23 1,99	50 m
Etude N° 1 Méthode traditionnelle, nouveaux outils formation des ouvriers	3 %	27 cm	80 %	Abattage tronçonnage débardage	Scie à main + hache Boeufs	0,97 1,33 Total	0,64 1,11 1,75	50 m
Etude N° 2 Méthode des fûts entiers	5 %	28 cm	77 %	Abattage débardage tronçonnage	Scie à main + hache Tracteur à roues+treuil Scie à main + hache	1,99 2,63 0,65 Total	0,31 2,85 0,94 4,10	80 m
Etude N° 3 Méthode des assortiments mécanisée	4 %	28 cm	86 %	Abattage tronçonnage débardage: Variante 1 Variante 2	Scie à chaîne + hache Tracteur à roues+treuil Tracteur à roues, remorque	0,87 1,71 0,54 Total 1 Total 2	2,01 2,37 4,12 4,38 6,13	Var. 1: 100 m Var. 2: 350 m
Etude N° 4 Méthode des fûts entiers	3 %	26 cm	84 %	Abattage débardage tronçonnage	Scie à chaîne + hache tracteur + chariot Scie à chaîne + hache	1,76 2,50 2,74 Total	1,65 3,02 1,05 5,72	150 m
Etude N° 5 Méthode des bois courts d'éclaircies	15 %	18 cm	10 %	Abattage tronçonnage débardage	Scie à bûche + hache Sapi	0,28 0,50 Total	2,28 1,17 3,45	30 m
Etude N° 6 Méthode des bois courts d'éclaircies	20 %	19 cm	15 %	Abattage tronçonnage débardage	Scie à chaîne + hache Glissières polyéthylène	0,41 1,06 Total	3,78 1,85 5,63	60 m
Etude N° 7 Méthode des assortiments terrain accidenté	55 %	26 cm	40 %	Abattage tronçonnage débardage	Scie à chaîne + hache tracteur à roues + câble K300	1,18 0,68 Total	1,49 4,22 5,71	80 m

Tableau 2 - Coûts comparés du débardage sur 50 m de distance

Etude	Méthode	Coût du débardage par m3 en $ E.-U.
Nº 0	Débardage avec des boeufs	1,23
Nº 1	Débardage avec des boeufs	1,11
Nº 2	Tracteur à roues avec treuil (personnel non formé)	1,78
Nº 3	Tracteur à roues avec treuil (personnel entraîné)	1,19
Nº 4	Tracteur à roues avec chariot (en éclaircies)	1,01
Nº 5	Débardage à la main (en éclaircies)	1,95
Nº 6	Débardage par glissières	1,54



Fendeuse mécanique à cône attachée à un tracteur à roues (Photo: R. Heinrich)



Treuil à moteur de scie à chaîne pour l'assemblage de grumes dans des zones inaccessibles (Photo: E. Pestal)

METHODES DE TRAVAIL ET PRIX DE REVIENT DANS LA RECOLTE DU BOIS ET LEUR INFLUENCE SUR L'OUVRIER FORESTIER ET SUR LA FORET

par

Othmar Frauenholz

Forstliche Ausbildungsstatte Ort 1/

1. INTRODUCTION

La récolte du bois s'effectue en Autriche de façons très variées. Les diverses conditions dans les différentes parties du pays ont entraîné le développement d'une large gamme de méthodes de récolte.

Selon les modèles de machines ou d'équipements employés et la forme du bois à exploiter (assortiments, fûts entiers ou arbres entiers), on distingue trois méthodes essentielles de récolte:

1.1 Méthode des assortiments la moins mécanisée

L'abattage, l'ébranchage et le tronçonnage se font soit à la main, soit à la scie à chaîne. Les assortiments sont normalement débardés à la main ou à l'aide de machines très simples.

1.2 Méthode des fûts entiers partiellement mécanisée

L'abattage et l'ébranchage se font à la main ou à la scie à chaîne. Les arbres sont ébranchés d'un côté et écimés, puis débardés avec un tracteur forestier. Après le débardage prend place le reste de l'ébranchage et le tronçonnage avec une scie à chaîne, sur le bord de la route ou sur un dépôt.

1.3 Méthode des arbres entiers très mécanisée

L'abattage se fait à la scie à chaîne. L'arbre entier, avec ses branches, est débardé au moyen d'un tracteur forestier. Puis les arbres sont ébranchés et tronçonnés par un "processeur". Ces opérations prennent place soit au bord de la route, soit sur des dépôts, ou enfin après transport par camions sur des chantiers (cela se fait rarement pour les bois d'éclaircies).

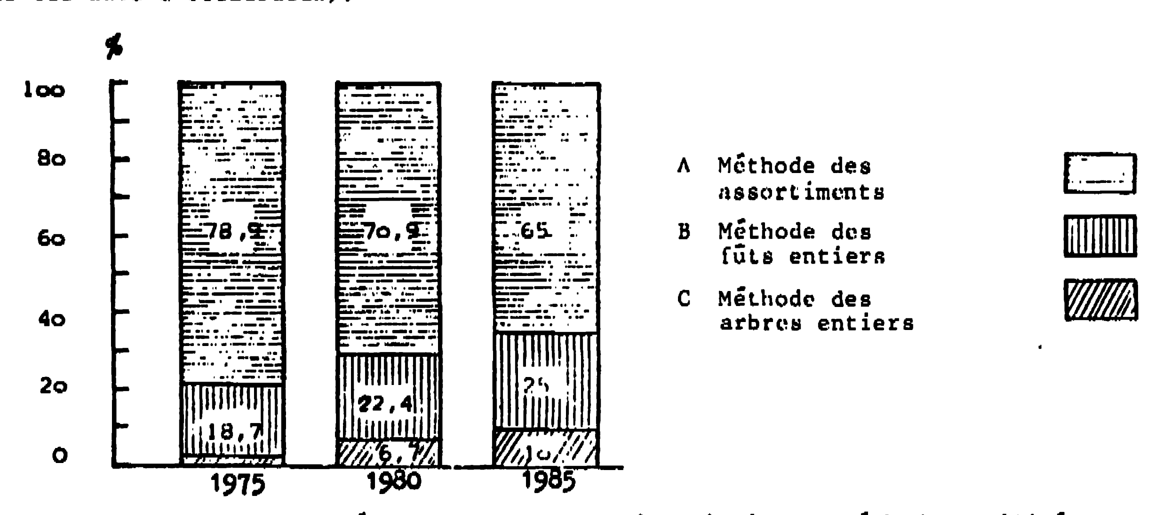


Fig. 1 - montrant le développement des trois principales méthodes utilisées ou prévues en Autriche pour la periode 1975-1985

1/ Centre de formation professionnelle forestière d'Ort, Autriche.

Sans tenir compte des facteurs que l'on ne peut influencer, tels que l'évolution des salaires, le prix d'achat des machines, le coût des carburants, etc., on peut dire que, en général, l'augmentation de la mécanisation entraîne une diminution des coûts d'exploitation, tout au moins pour les coupes définitives, à condition que le travail soit planifié et organisé de la meilleure manière possible et qu'il soit effectué avec compétence.

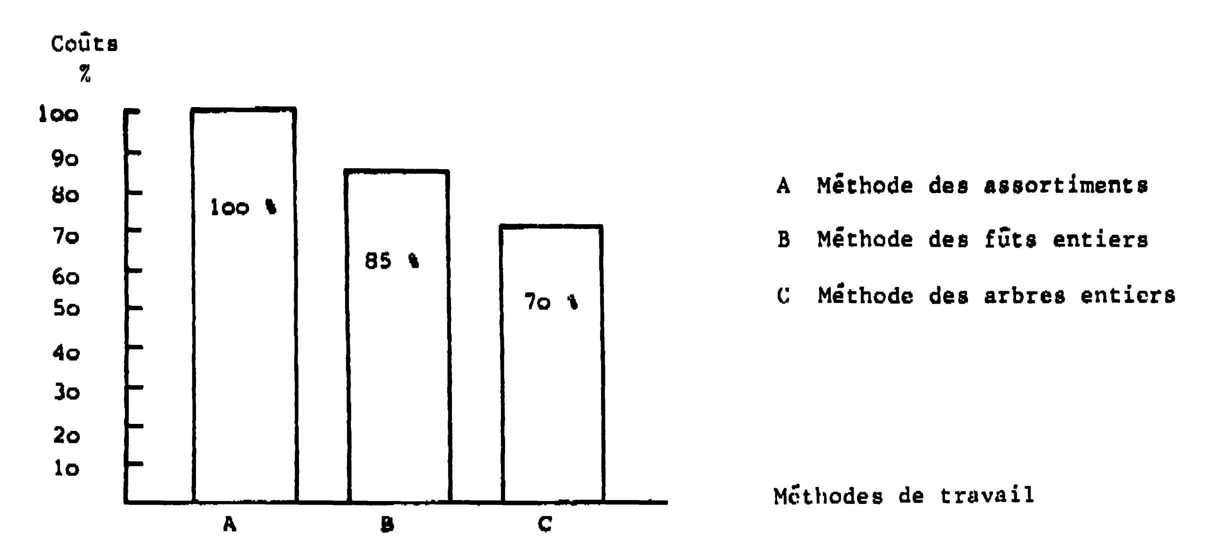
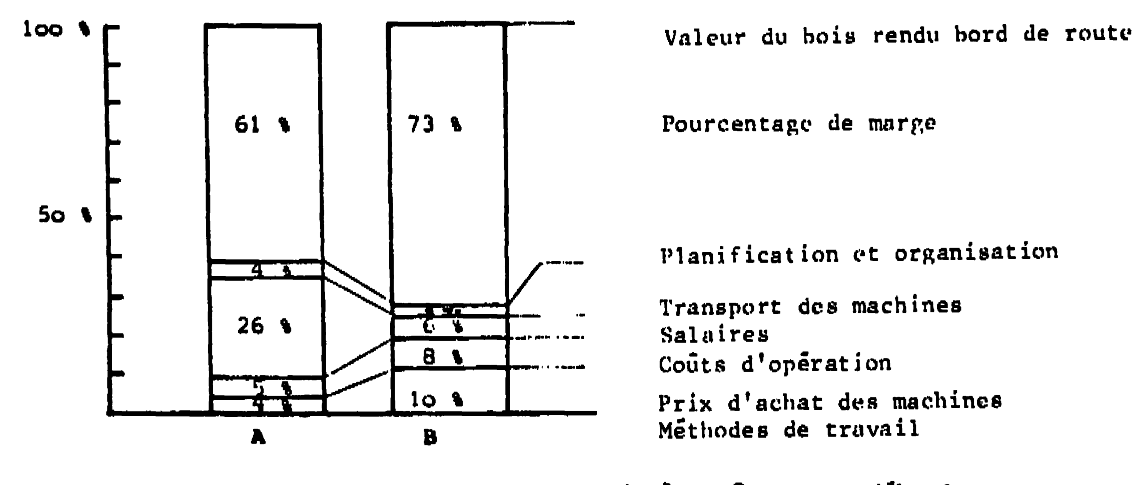


Fig. 2 - Coûts en pourcentage du débardage selon les trois principales méthodes de travail

Les pourcentages ci-dessus représentent des valeurs moyennes qui découlent d'une comparaison entre la méthode des assortiments (100 %), celle des fûts entiers et celle des arbres entiers.

Les coûts varient selon la zone d'exploitation. En plus de la mécanisation, un certain nombre d'autres facteurs tels que le diamètre des arbres, la méthode d'abattage, les conditions de terrain ainsi que les mesures de planification et d'organisation ont un effet considérable sur les coûts. L'exploitation au moyen de câble est en général plus coûteuse que le tirage au sol.



A) Méthode des assortiments employant une scie à chaîne et un débardeur

B) Méthode des arbres entiers employant un "processeur"

Fig. 3 - montrant sous une forme simplifiée le changement possible dans les coûts lorsqu'on modifie la méthode de travail dans les coupes définitives sur des terrains accessibles aux débardeurs (source: Skogsarbeten, Stockholm).

Les pourcentages figurant ci-dessus se réfèrent aux valeurs obtenues pour le bois (valeur du bois = 100 %). Ce total de 100 pour cent est divisé selon le prix d'achat des machines, les dépenses d'opération, les salaires, la planification et l'organisation ainsi que le déplacement sur route des machines. Le montant restant représente une marge disponible pour d'autres destinations et qui peut inclure un profit possible.

Cet exemple démontre clairement les effets de la mécanisation sur le poste salaires. Le coût des salaires peut également être mis en équation avec le temps nécessaire au travail manuel, ce qui peut avoir une certaine valeur non seulement pour diminuer les coûts mais aussi, dans certains cas, pour la création d'emplois qui peut être une exigence d'une politique sociale donnée.

Etant donné que dans le présent cas la méthode des assortiments est très évoluée (employant un tracteur débardeur d'un modèle spécial), la marge n'est que peu affectée par le haut degré de mécanisation. Une forte augmentation du coût d'achat des machines et des frais d'opération, et une baisse du temps d'utilisation des machines, ainsi qu'une production réduite due à une organisation défectueuse du travail, etc., peuvent aboutir à une diminution du profit que l'on aurait pu, autrement, attendre de la mécanisation, et même à un déficit.

C'est le premier devoir du planificateur de déceler une telle tendance négative et d'éviter de tels problèmes en ajustant la mécanisation aux besoins réels.

Le degré de mécanisation nécessaire à la récolte du bois varie dans chaque cas. En plus du niveau des salaires, les conditions sociales du pays, les règlements de sécurité ou ses exigences, et le poids du bois jouent normalement un rôle important dans l'analyse des coûts sur laquelle se fondent les décisions; par conséquent, il faut tenir compte de ces facteurs.

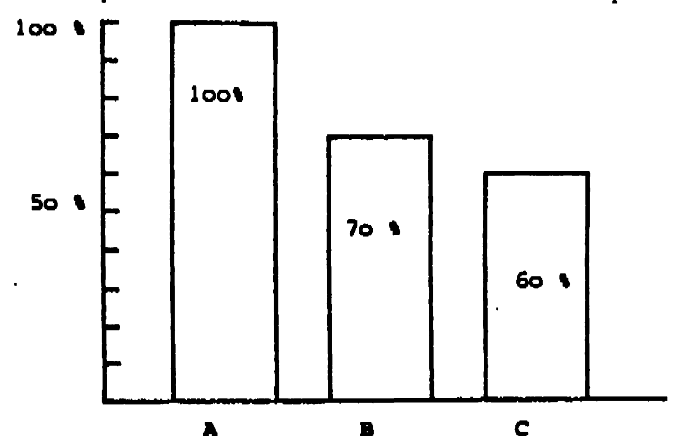
Dans des coupes définitives et pour un diamètre moyen des arbres de 30 cm, les coûts de production (salaires, machines et sécurité sociale) pour des opérations partiellement mécanisées, sur terrain accessible aux tracteurs débardeurs, peuvent être, en gros, estimés de la façon suivante:

38 % du coût total pour l'abattage et la préparation des grumes
62 % du coût total pour le débardage

Pour les opérations d'exploitation par câble les proportions sont:

35 % du coût total pour l'abattage et la préparation des grumes
65 % du coût total pour la vidange.

Pour des coupes définitives avec des grumes de diamètre moyen de 30 cm au milieu, une comparaison de la méthode des assortiments avec celle des fûts entiers montre que cette dernière est d'environ 30 à 35 pour cent meilleur marché. Une réduction supplémentaire du coût d'environ 5 à 10 pour cent peut être obtenue en utilisant la méthode des arbres entiers; de cette façon 40 pour cent du coût peuvent être économisés (à la condition que les méthodes ne soient utilisées que si les conditions optima sont réunies).



A Méthode des assortiments
B Méthode des fûts entiers
C Méthodes des arbres entiers

Méthodes de travail

Fig. 4 - Coûts du débardage en % de trois différentes méthodes de travail sur des terrains à exploiter par câble

Une comparaison des coûts selon que le terrain soit exploitable avec des tracteurs débardeurs ou par des câbles montre sans l'ombre d'un doute que l'exploitation de 1 m3 de bois coûte toujours plus cher avec le câble qu'avec le tracteur débardeur. Les économies faites en passant à une autre méthode et en améliorant les techniques (par exemple planification et organisation) deviennent de plus en plus grandes lorsque les difficultés augmentent (même en terrain exploitable par câble).

Une comparaison de la méthode des assortiments avec celle des fûts entiers (avec une utilisation intégrale des équipements), basée sur un exemple pratique, est faite ci-dessous:

Méthode des assortiments utilisant un treuil traditionnel monté sur traîneau		Méthode des fûts entiers utilisant un treuil mobile avec tour monté sur camion
S.A. 1/ 100	Abattage et préparation des grumes	S.A. 75
S.A. 120	Installation du câble et fonctionnement	S.A. 45
S.A. 36	Coût des machines	S.A. 54
30 m3	production journalière	80 m3
4 500 m3	production annuelle	12 000 m3
10 ans	durée présumée de la machine	10 ans
150 jours de travail par an	durée de fonctionnement	150 jours de travail par an

Dans cet exemple, 82 S.A., ou 32 pour cent du coût de l'exploitation, peuvent être économisés en employant la méthode des fûts entiers plutôt que celle des assortiments (fûts entiers: 174 S.A.; assortiments: 256 S.A.).

Pour les opérations d'éclaircies, les coûts ne peuvent être réduits que dans certains cas mais pas de façon aussi importante que pour les coupes définitives.

La loi des masses unitaires et la difficultés d'exploiter sans endommager les arbres abattus rendent la mécanisation des éclaircies au moyen de méthodes de travail améliorées très difficile. Ici, la méthode des assortiments joue un rôle complètement différent de celui joué dans les coupes définitives et s'avère très utile, particulièrement dans les premières éclaircies.

Pour les éclaircies, la méthode des arbres entiers n'est économique que si le diamètre moyen au milieu des grumes dépasse 13 cm. Comme dans le cas des fûts entiers, il n'est pas seulement difficile d'extraire les arbres sans causer de dommages à ceux restant sur pied, mais on constate que les coûts font un bond lorsque certaines opérations courantes sont effectuées.

Sur les terrains à exploiter avec des câbles, les coûts de production des bois d'éclaircies sont également plus élevés que sur les terrains exploitables au tracteur débardeur.

La comparaison détaillée des coûts suivante, qui a été faite sur la base d'études des temps effectuées dans des conditions précises, montre les différents rapports.

1/ S.A. = Schilling autrichien.

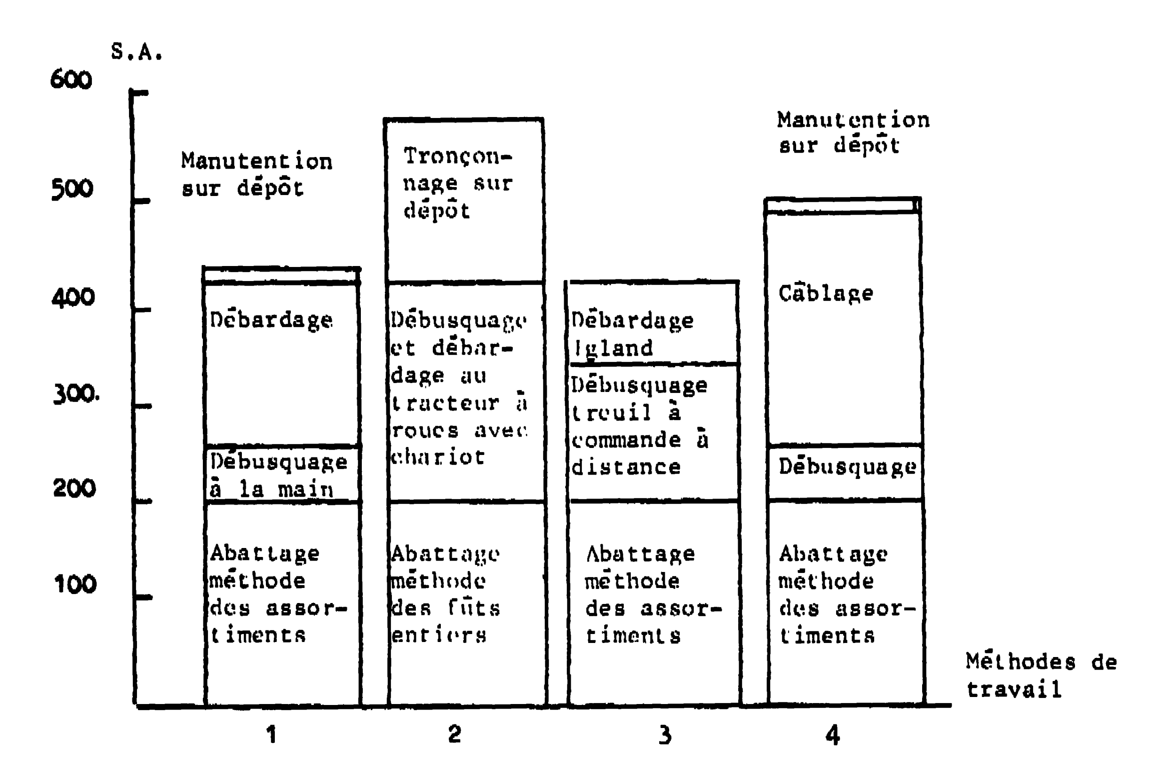


Fig. 5 - Comparaison des coûts
(méthode des assortiments avec méthode des fûts entiers)

Méthodes de travail 1 et 2:

Abattage et ébranchage à la scie à chaîne
Débusquage à la main des assortiments de petits diamètres
Débusquage au treuil des gros diamètres et des poteaux
Débardage avec tracteur Steyr muni d'un chariot

Méthode de travail 3:

Abattage et ébranchage à la scie à chaîne
Débusquage par treuil commandé à distance et pelle de débardage
Débardage avec tracteur Steyr et remorque Igland munie d'une grue de chargement

Méthode de travail 4:

Abattage et ébranchage à la scie à chaîne
Débusquage à la main jusqu'au couloir du câble
Débardage avec tracteur Steyr et câble-grue Koller 300

Hypothèses

L'analyse des coûts ci-dessus est basée sur l'hypothèse que les outils et les équipements sont la propriété de la compagnie. Les ouvriers étaient employés de la compagnie.

Diamètre moyen - 11 cm
Distance moyenne de débardage pour les tracteurs débardeurs: environ 200 m
Distance moyenne de débardage pour les câbles-grues: environ 150 m
Distance moyenne de débusquage au treuil commandé à distance: 30 m

Les variations de coût proviennent naturellement de l'intensité de l'éclaircie, quantité de bois par piste de débardage, variations du diamètre moyen et autres facteurs.

Les opérations d'exploitation dans les exemples cités furent menées très soigneusement. Le nombre d'arbres endommagés a été d'environ 2 pour cent du nombre total des arbres.

METHODE DE TRAVAIL	TEMPS %	COUTS %
Méthode des fûts entiers, tracteur à roues avec chariot	100	100
Méthode des assortiments, tracteur à roues avec chariot	76	74
Méthode des assortiments, treuil à commande à distance, tracteur à roues, remorque Igland, grue de chargement	62	71
Méthode des arbres entiers, processeur, treuil commandé à distance, débardeur	47	67

Fig. 6 - Pourcentage des temps et des coûts selon différentes méthodes de travail



Processeur Steyr-Osa 705 au travail: ébranchage et tronçonnage
(Photo: E. Pestal)

ORGANISATION DU TRAVAIL DANS LA RECOLTE DU BOIS

par

Othmar Frauenholz

Forstliche Ausbildungsstätte Ort 1/

Le but de l'organisation du travail est de planifier le meilleur emploi de la main-d'oeuvre disponible, des machines et des techniques pour la production et conformément aux objectifs fixés.

Mesures		Résultats
Planification détaillée	-	Utilisation optimum des machines et de l'équipement
Echelonnement de l'abattage	-	Travail eficace et sûr
Détermination de la dimension de l'équipe au travail	-	Efficacité économique
Assurer la sécurité sur les lieux de travail	-	Diminution de la charge
Organisation des heures de travail	-	Travail modéré et grande efficacité
Aménagement des temps de pause	-	Satisfaction réciproque des employeurs et des employés
Suivi positif	-	Important pour les projets futurs

Le but de la planification et de la pénétration d'un chantier en détail est de mettre au point les conditions de travail garantissant, d'une part la meilleure utilisation de la main-d'oeuvre et de l'équipement, et d'autre part un traitement soigneux du peuplement.

Pour les employés, une planification détaillée signifie organisation et contrôle du travail à effectuer, qui en retour aboutissent à des conditions de travail en toute sécurité, au minimum de fatigue physique et à un travail efficace.

Un autre avantage de la planification détaillée est le bon rendement des machines et de l'équipement employés à la mise en exploitation du chantier. Il signifie également que les opérations n'apporteront pas de dangers supplémentaires à l'homme, aux machines et à la forêt.

Les éléments qui doivent être soigneusement planifiés lors de la mise en exploitation d'un chantier sont les suivants: pistes et chemins de débardage, chemins de débardage en rapport avec les tracés des câbles et les corridors des câbles-grues.

Pistes de débardage

Ce sont des routes de terre qui peuvent être construites à peu de frais. Le tracé et la largeur de ce type de route, qui n'a pas de revêtement, sont déterminés par le matériel de débardage employé. Les équipements lourds (grosse puissance) permettent le tracé de pistes à forte déclivité. Le facteur déterminant du choix est l'impact sur l'érosion. L'emploi d'équipements de débardage légers implique des trajets sur terrain plat. Si on utilise des tracteurs agricoles, la pente ne doit pas dépasser 25 pour cent.

1/ Centre de formation professionnelle forestière d'Ort, Autriche.

Largeur minimum des pistes de débardage

Les pistes de débardage doivent avoir une largeur minimum de 2,5 à 3,0 m (sécurité, rassemblage des grumes, transport rapide). Prévus comme complément du réseau routier, les pistes et les sentiers de débardage doivent permettre le débardage sur de larges pentes accessibles aux camions. Les grumes sont transportées jusqu'à la piste soit par l'intermédiaire des sentiers, soit par câblage en remontant, soit en descendant au moyen des sapis.

Espacement des pistes de débardage

Selon les conditions du terrain, l'espacement des pistes de débardage varie de 100 à 200 m.

Chemins de débardage

Ce sont des couloirs naturels menant à travers la forêt. Leur utilisation est limitée à certains véhicules forestiers. Il est parfois nécessaire d'enlever quelques arbres isolés afin de rendre le chemin accessible. Le sol forestier sert de surface de roulement.

Lorsqu'on choisit les chemins, il faut tenir compte des conditions topographiques. Le but à atteindre est une bonne accessibilité.

Largeur des chemins

Il en découle que la largeur de ces chemins varie de 2,5 à 3,0 m (largeur du véhicule plus 1 m) et qu'ils doivent être tracés le plus droit possible.

Pente

Sur terrain incliné, le chemin suit la pente. Il faut éviter une inclinaison transversale du chemin. Si nécessaire, les courbes doivent être adaptées à la longueur maximum des bois à débarder.

Les chemins de débardage doivent rejoindre les routes forestières ou les dépôts selon un angle le plus aigu possible. Il faut prévoir l'espace nécessaire aux véhicules de débardage pour tourner.

Espace des chemins de débardage

Tenant compte des techniques de travail adoptées, l'espacement des chemins de débardage doit être le plus faible possible. Dans les peuplements jeunes, ces chemins doivent être prévus espacés de 15 à 20 m. Selon les conditions de terrain, cet espacement peut varier de quelques mètres. Il ne faut pas le décider sans tenir compte des conditions naturelles.

Chemins de débardage en liaison avec les tracés de câbles

Si la coupe est exposée au vent, s'il s'agit d'éclaircies finales dans des peuplements âgés, ou si le sol de la forêt est impraticable, l'espacement des chemins peut varier avec les conditions du terrain. Dans certains cas spéciaux, il peut aller jusqu'à 100 m. Toutefois, lorsque l'espacement des chemins atteint cette importance, il faut accéder aux surfaces restantes au moyen de câbles. Dans ce cas l'utilisation économique de la forêt peut être réduite au bénéfice de la protection du peuplement. Le plein potentiel économique de la forêt ne peut être atteint lorsque celle-ci est difficilement accessible (rochers, marais).

Espacement des tracés de câbles

Dans ces derniers cas, l'espacement des tracés peut aller de 5 à 10 m. La direction du câble est déterminée par la topographie du terrain, l'équipement utilisé, la séquence des opérations et le type de tronçonnage demandé.

Tracés des câbles

En règle générale, en terrain accidenté, la ligne de câble accompagne la pente jusqu'à rejoindre une piste de débardage ou une route forestière sous un angle de 90°. Si la pente est plus faible, des câbles séparés peuvent rayonner d'un dépôt convenable, ce qui peut être très avantageux. Selon la longueur des bois à extraire, le câble peut arriver verticalement sur le chemin (avec traînage et tronçonnage sur le chemin) ou faisant un angle aigu avec lui si on souhaite des assortiments plus longs ou des arbres entiers.

Couloirs des câbles

La forme, la longueur et l'espacement des couloirs de câblage sont déterminés par le terrain, l'équipement utilisé et la technique choisie.

Lorsqu'on planifie les couloirs de câblage, il est important de considérer toute la séquence des opérations et de prendre une décision très claire à propos des mesures relatives à la protection et à la meilleure utilisation économique de la forêt.

Plan détaillé de mise en exploitation

1. Détermination du secteur à mettre en exploitation (sur la carte et sur le terrain).

2. Détermination de la direction de la vidange.

3. Détermination provisoire des limites de vidange (point de départ et point d'arrivée).

4. Visites répétées sur le terrain à exploiter et choix des moyens les meilleurs pour une exploitation la plus complète en tenant compte des routes existantes.

5. Détermination des méthodes d'exploitation à utiliser (pistes et chemins de débardage, tracés de câbles et couloirs).

6. Situation des dépôts et des chantiers de façonnage.

7. Marquage des pistes, des tracés de câbles, etc. (marquage des arbres à abattre ou à utiliser).

8. Décision sur le sens de la vidange: par le gros bout ou par la cime.

9. Détermination de la direction d'abattage.

Considérations sur le débardage optimum

1. Les dommages causés au peuplement doivent être réduits au minimum.

2. Le débardage ne doit pas entraîner d'érosion.

3. Les ouvriers ne doivent pas être soumis à une fatigue excessive ou exposés à des dangers particuliers au cours du débardage.

4. Le débardage doit pouvoir se faire toute l'année. Les conditions dans lesquelles se trouvent les fûts ne doivent pas gêner le débardage (écorce ou chicots de branches en contact avec le sol).

5. Lors du choix de la méthode de débardage, la dimension demandée pour les grumes est un facteur déterminant.

6. Les coûts du débardage doivent être tenus aussi faibles que possible; toutefois il faut considérer ce point en rapport avec le coût total de l'exploitation.

Ordre de l'abattage

L'Ordre dans lequel se fait l'abattage doit être choisi en considération des facteurs humains et d'efficacité. De plus il doit provoquer le moins de dommage possible à la forêt.

Détermination de l'ordre d'abattage et mesures à prendre

Il faut prendre en compte la direction du débardage, la décision concernant la direction d'abattage et celle relative à l'ordre des opérations (début et suite des opérations).

Par ailleurs, l'ordre d'abattage comprend la détermination du temps et du lieu des opérations de récolte (si l'abattage et le débardage constituent un cycle de travail ou si le débardage ne commence que lorsque l'abattage est terminé et ainsi de suite). L'ordre dans lequel se déroulent les opérations, depuis l'abattage jusqu'au tronçonnage, n'est certainement pas toujours le même, et doit être organisé de façon à assurer la sécurité, l'efficacité et la protection de la forêt. Tous ces facteurs doivent être pris en considération lors du choix de l'ordre dans lequel se fait l'abattage.

En général, le choix de l'importance exacte de l'équipe de travailleurs est une décision clé dans l'organisation du travail. Plus l'équipe est grande, plus grand est le risque de heurts de personnalités et celui d'exposition réciproque au danger. Ayant en vue la sécurité du travail et l'augmentation de la production, les organisateurs doivent tenter de s'assurer que l'équipe soit la plus réduite possible, et si cela est faisable qu'elle ne soit constituée que par un seul homme.

Les résultats évidents d'une telle mesure sont une réduction des temps morts, moins de fatique pour chacun des travailleurs, des périodes raisonnables de fonctionnement de la scie à chaîne, un travail plus diversifié et plus énergique, et enfin une sécurité accrue.

Par travail d'un homme seul, nous voulons dire que les opérations à la souche sont menées par un seul homme. L'ouvrier suivant fait le même travail à une distance assurant la sécurité. La distance minimum autorisée est d'une fois et demie la hauteur des arbres et la distance maximum correspond à la portée de la voix. La séquence des opérations sur un arbre est particulièrement importante du point de vue ergonomique et économique et ne doit pas être laissée de côté par les organisateurs. De plus l'établissement de lieux de travail sûrs, l'organisation du temps de travail et des temps de pause qui tienne compte de la fatigue à laquelle le travailleur est exposé, contribuent à une plus grande sécurité de chacun des ouvriers et à un meilleur niveau de production à long terme. Un travail ne peut être effectué efficacement que pendant une certaine période. Selon les études du Professeur Lehmann, les meilleurs résultats en moyenne sont obtenus avec des temps de travail de 5 à 7 heures, y compris les temps morts et les pauses. Si le temps de travail dure 8 heures dans l'exploitation forestière, les résultats sont encore satisfaisants; mais si la durée est plus longue, la production moyenne baisse terriblement en raison de l'augmentation de la fatigue. En même temps le travail se fait avec beaucoup moins de soins et moins de concentration, ce qui augmente considérablement les risques d'accidents. On sait depuis un certain temps que le travail est bien moin pénible et que l'on évite les accidents en interrompant le travail par de courtes pauses (deux à cinq minutes).

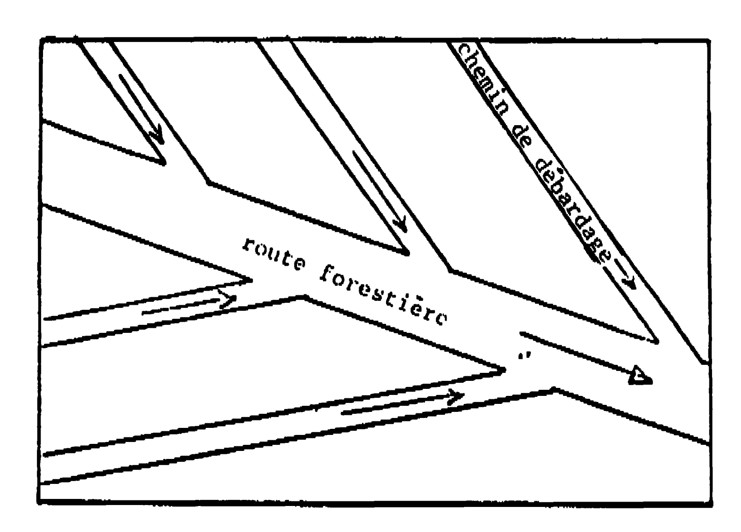
Un suivi attentif, une formation permanente et la fourniture d'outils et d'équipements appropriés doivent être la préoccupation permanente de ceux qui organisent le travail.

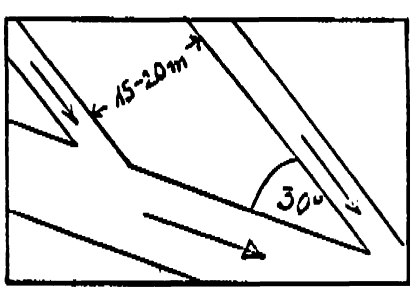
Les mesures visant à organiser le travail en forêt contribuent à augmenter la sécurité et la production dans la récolte du bois et constituent un facteur essentiel de la protection de la forêt et de la prévention des dégâts au peuplement.

ANNEXE I

CHEMINS DE DEBARDAGE

en terrain accessible aux tracteurs débardeurs à roues

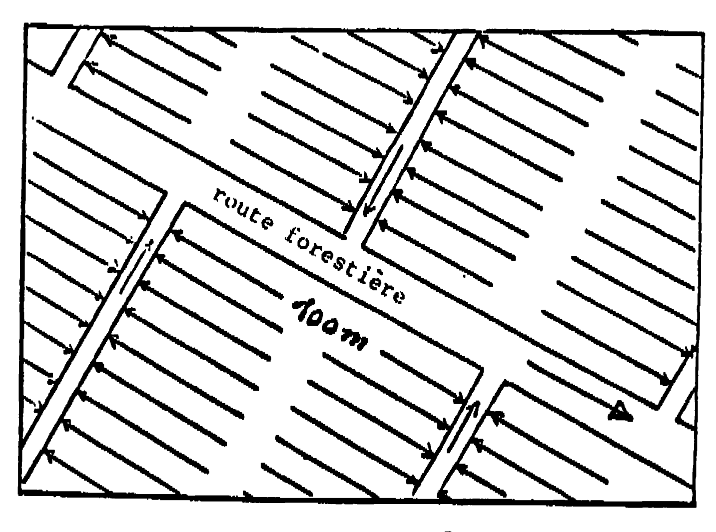


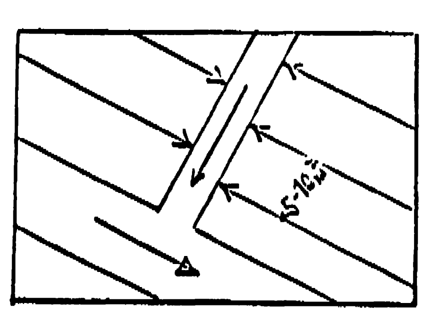


Les chemins de débardage rejoignent les pistes de débardage ou les routes forestières sous un angle d'environ 30°. L'espacement optimum des chemins est de 20 m.

CHEMINS DE DEBARDAGE

combinés avec des lignes de câbles

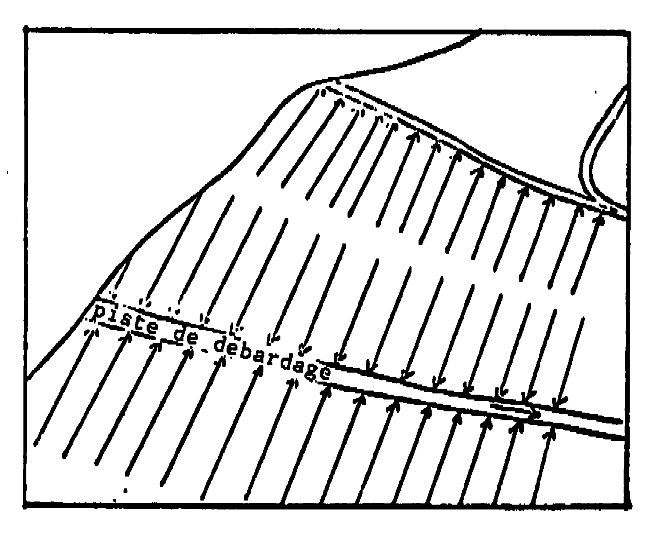


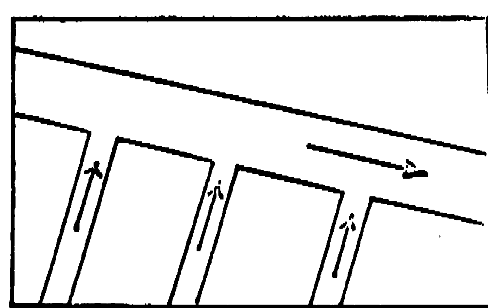


- Espacement des chemins de débardage: 100 m au maximum.
- Largeur maximum des chemins de débardage: 4 m.
- Espacement des lignes de câbles: 5 à 10 m.
- Direction des lignes de câbles: droite.

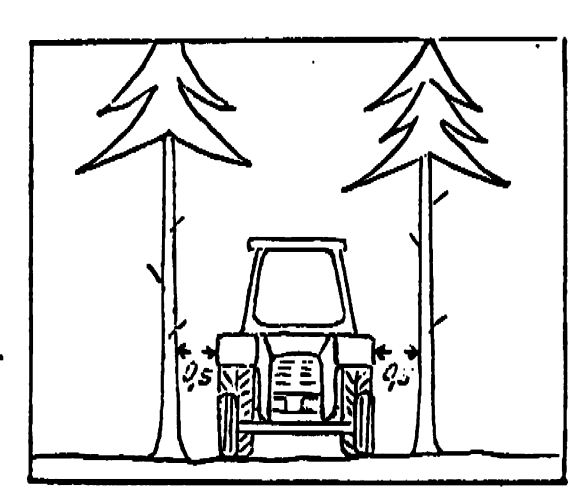
PISTES DE DEBARDAGE

combinées avec des lignes de câbles

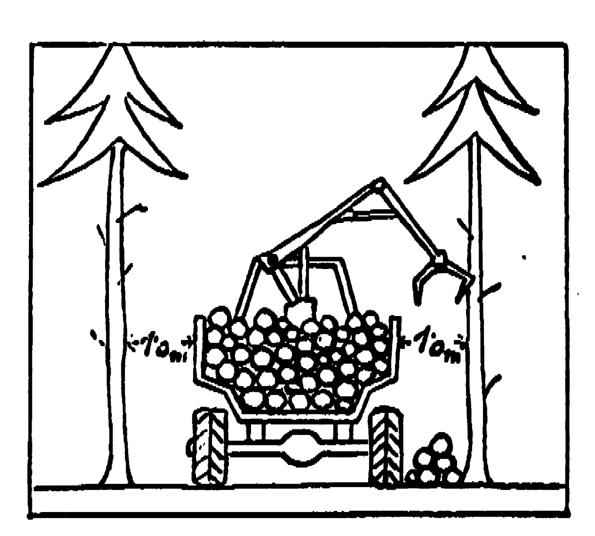




- Les pistes de débardage sont des routes de terre construites avec le minimum de frais.
- L'espacement des pistes varie de 50 à 100 et 200 m.
- L'espacement des lignes de câbles est d'environ 8 m.
- L'espacement des chemins de débardage latéraux est d'environ 2 m.



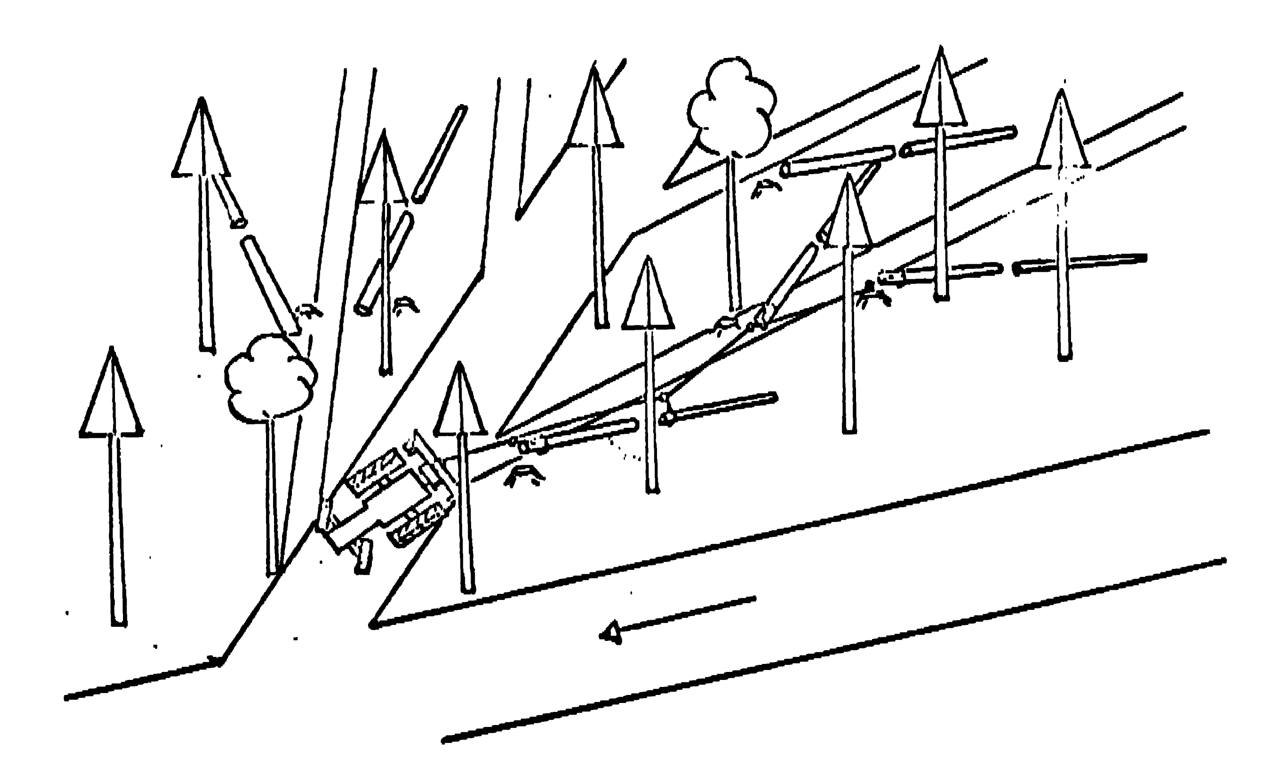
- Largeur des chemins de débardage: largeur du véhicule + 1 m
- Si possible, les chemins doivent suivre la pente



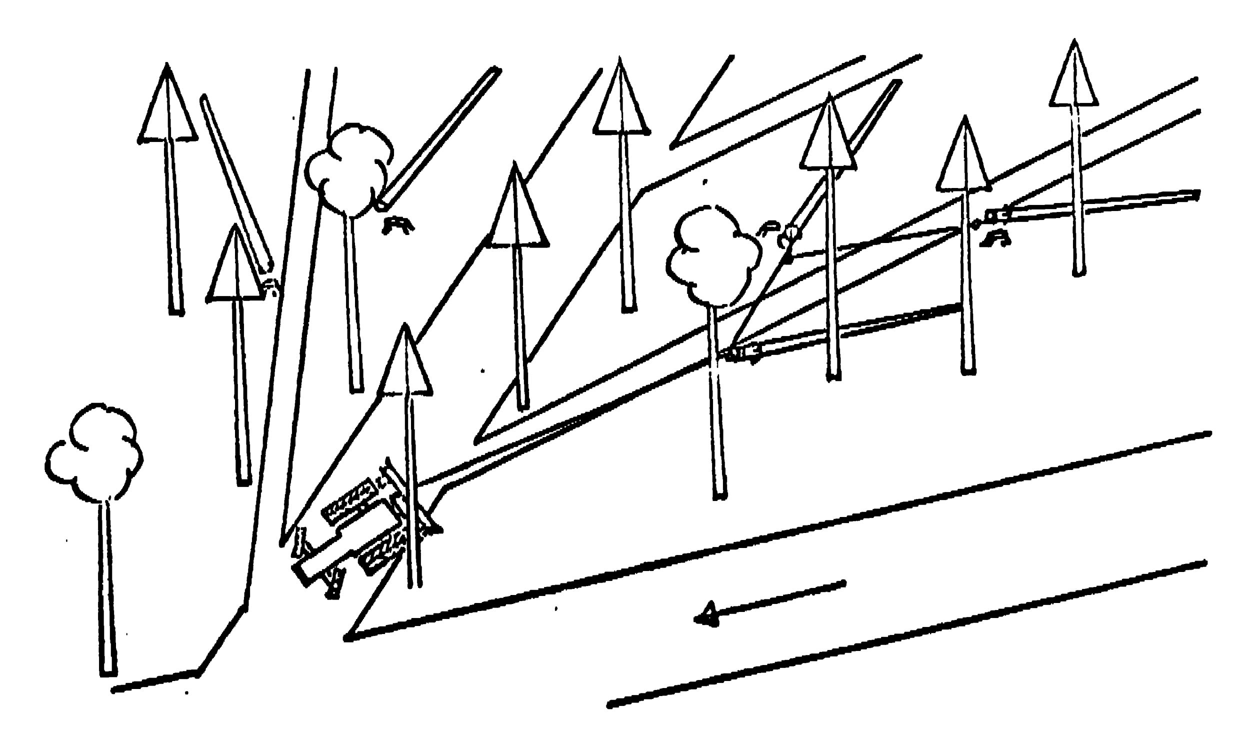
- Largeur des chemins de débardage pour les opérations avec tracteur-porteur: largeur du véhicule + 2 m.

ORDRE DE L'ABATTAGE DANS LE CAS D'ARBRES ISOLES

Opération de débardage vers le bas en employant la méthode des assortiments et en utilisant un débardeur sur chemin de débardage (pente faible).



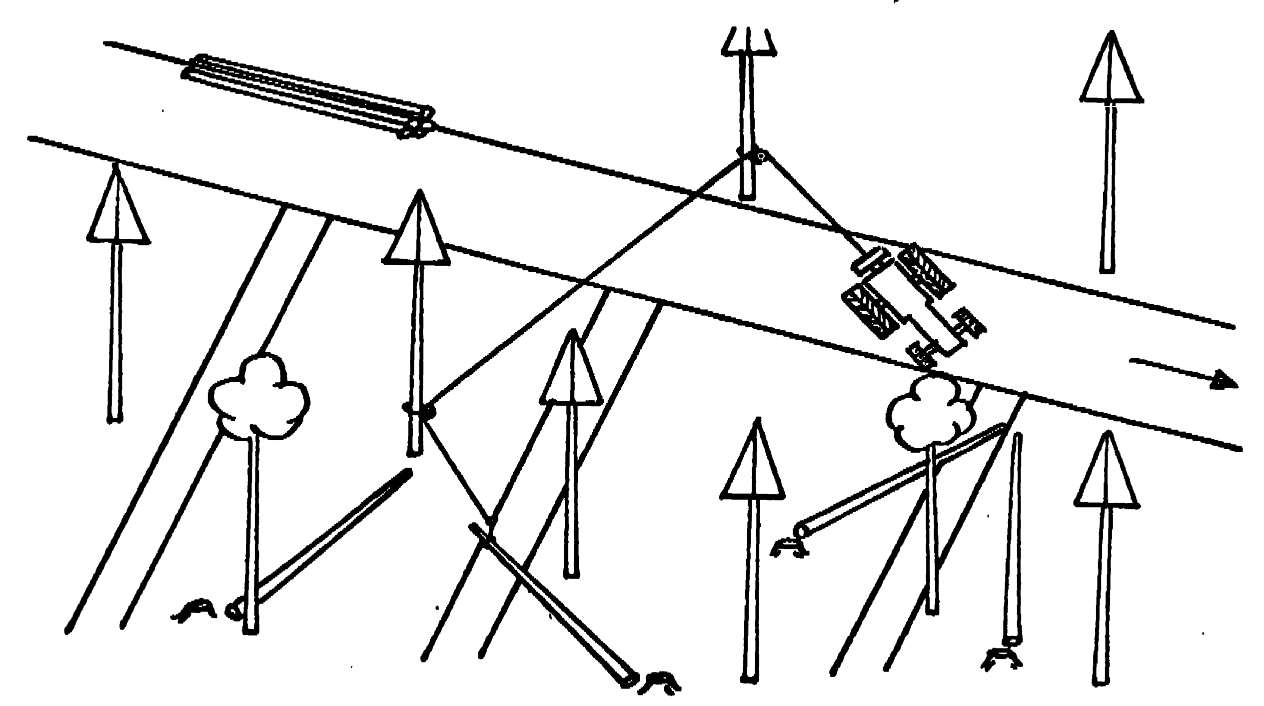
Opération de débardage vers le bas en employant la méthode des fûts entiers et en utilisant un débardeur sur chemin de débardage (pente faible).



ORDRE DE L'ABATTAGE DANS LE CAS DES COUPES PAR BANDES

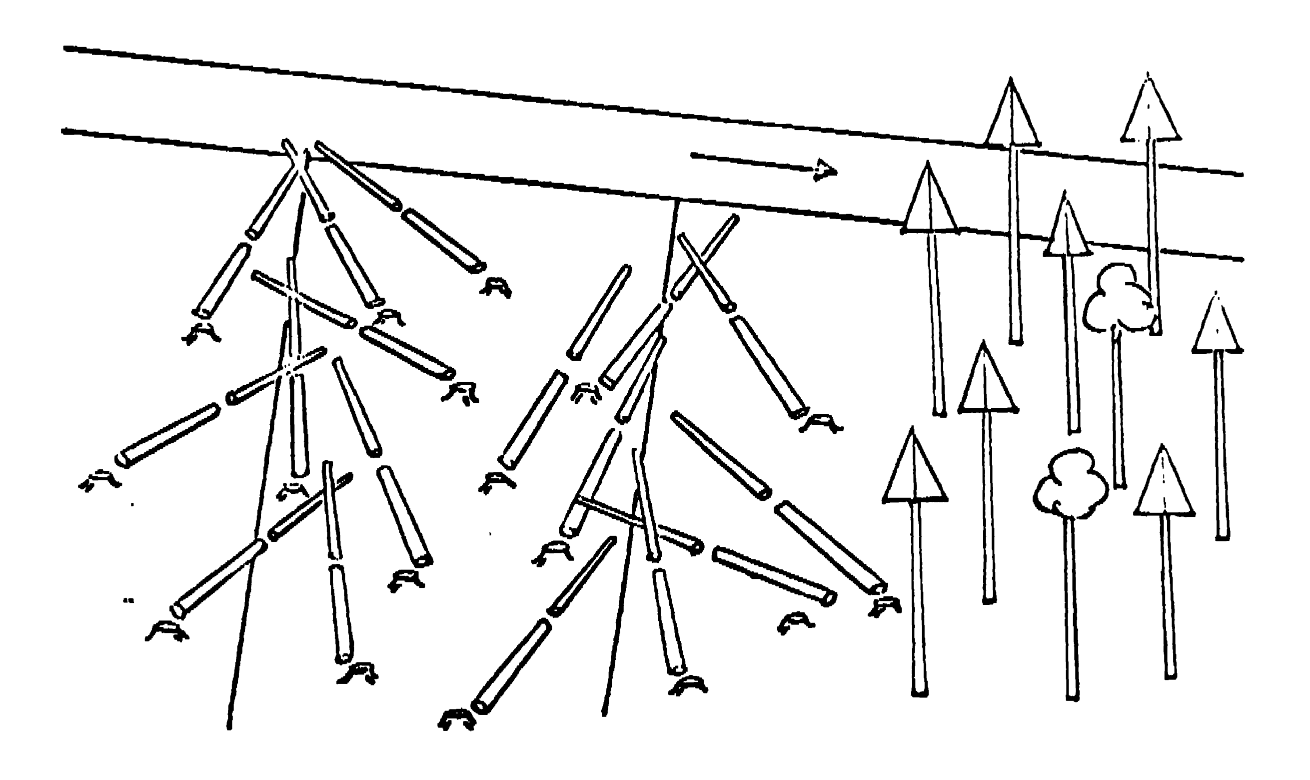
Tirage au sol par câble avec la méthode des assortiments, en remontant

Tirage au sol par câble avec la méthode des fûts entiers, en remontant

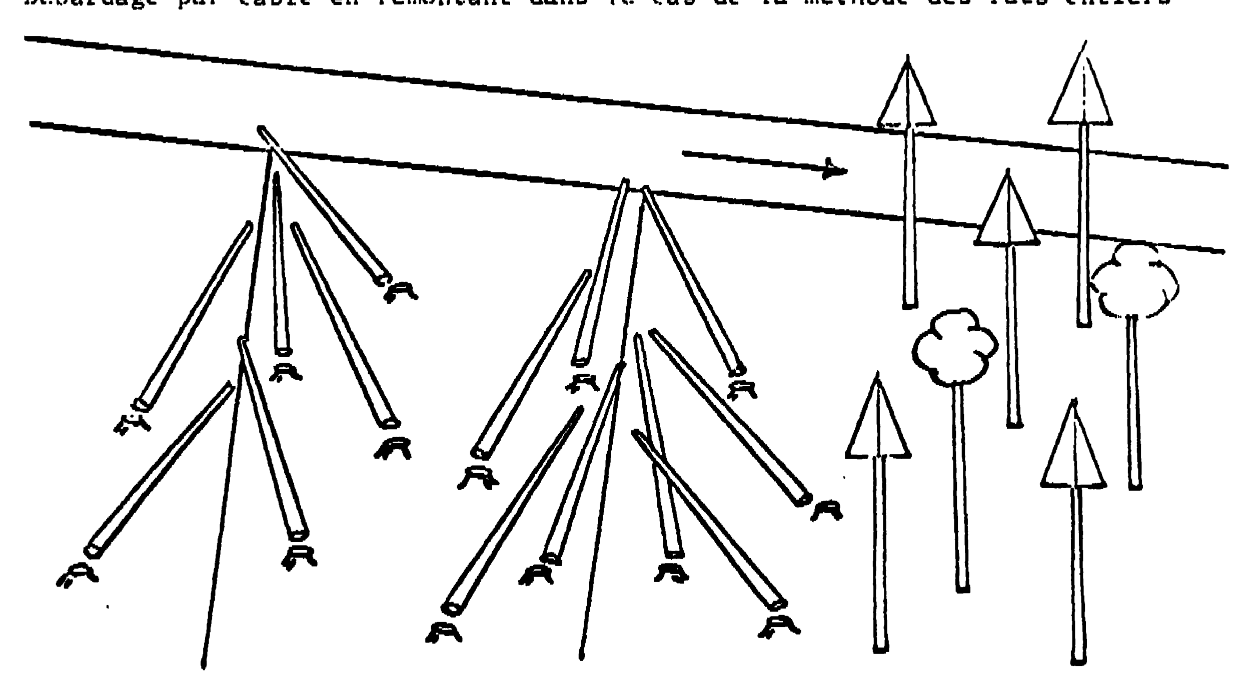


ORDRE DE L'ABATTAGE DANS LE CAS DES COUPES PAR BANDES

Débardage par câble en remontant dans le cas de la méthode des assortiments

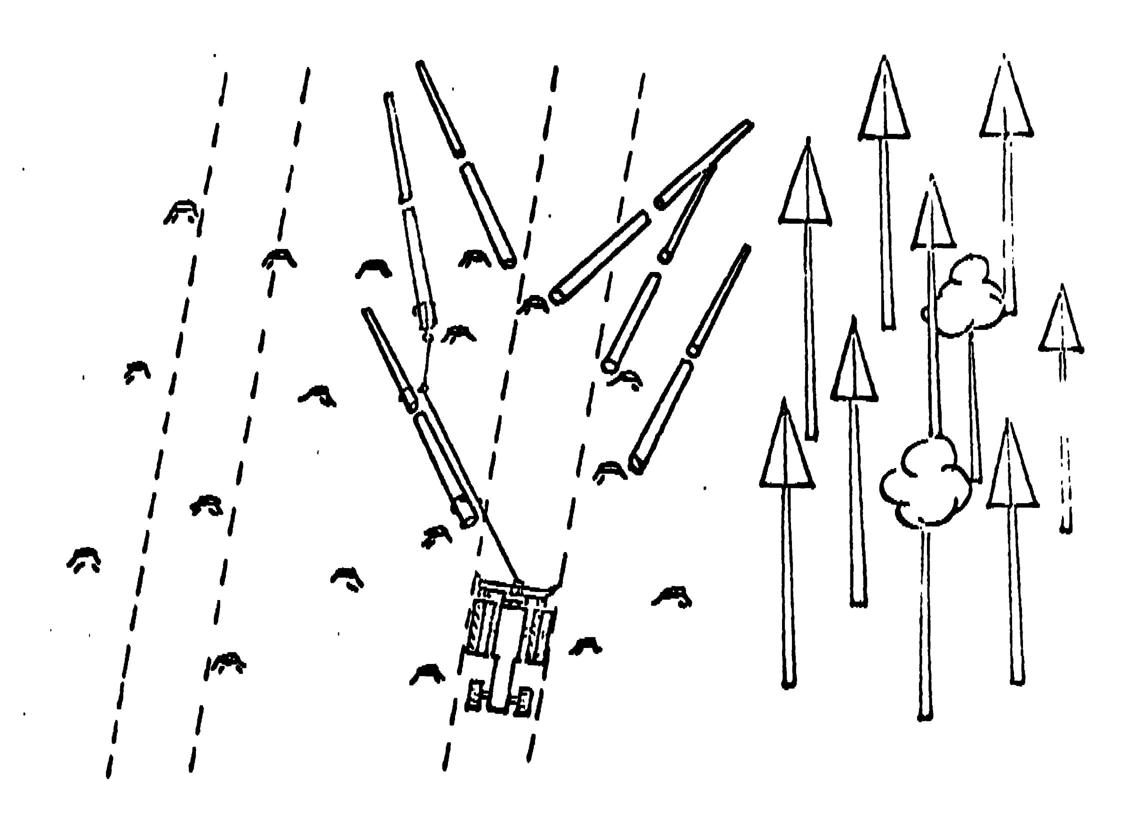


Débardage par câble en remontant dans le cas de la méthode des fûts entiers

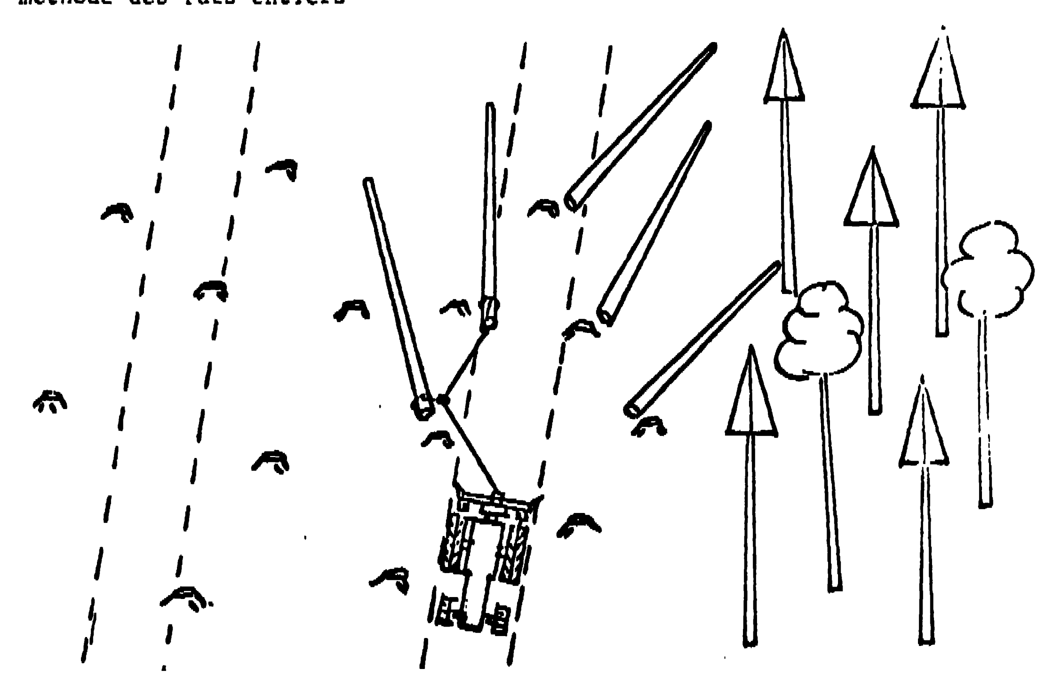


ORDRE DE L'ABATTAGE DANS LE CAS DES COUPES PAR BANDES

Opération en descendant au moyen d'un tracteur débardeur à roues avec la méthode des assortiments

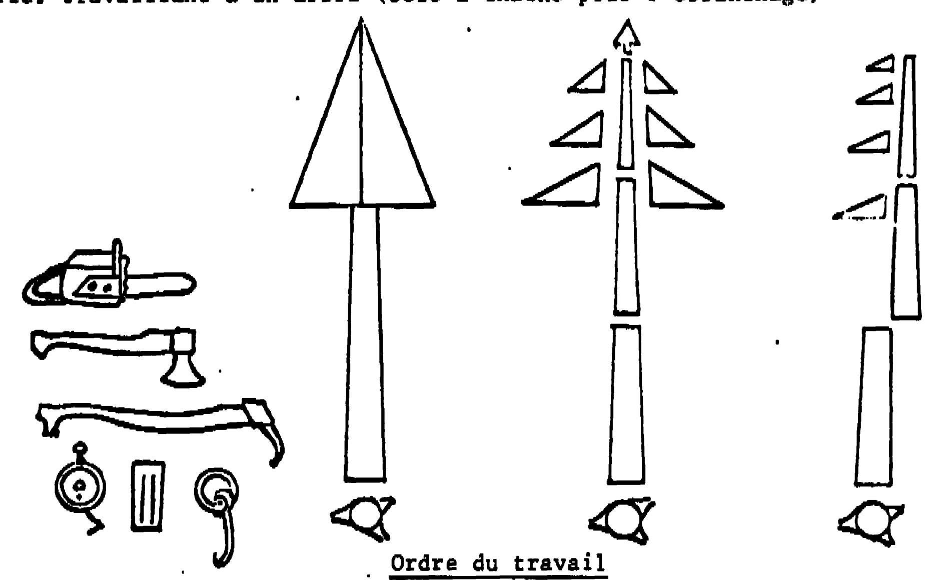


Opération en descendant au moyen d'un tracteur débardeur à roues avec la méthode des fûts entiers



METHODE DES ASSORTIMENTS
(gros bois)

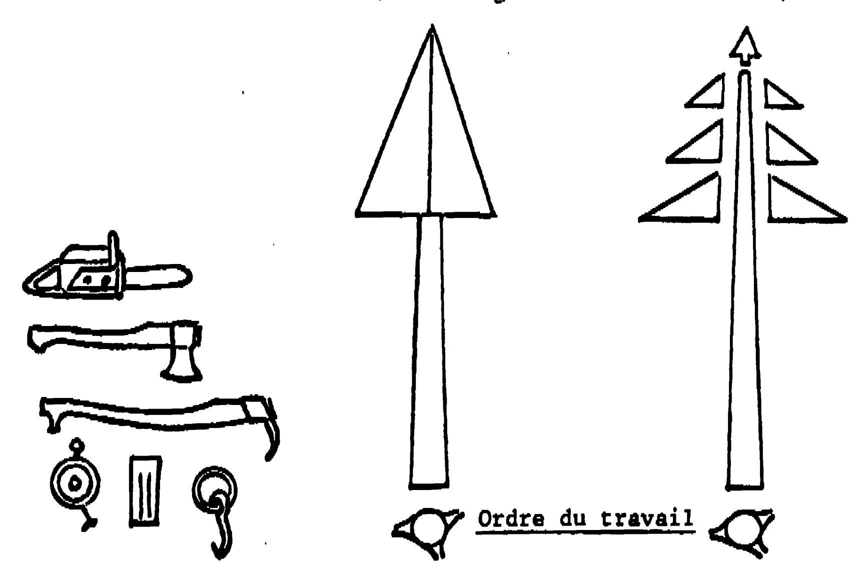
Un seul ouvrier travaillant à un arbre (scie à chaîne pour l'ébranchage)



Outils:	Scie à chaîne; sapi; hache; ruban automatique; coin; crochet tourne-grumes	1. Abattage	2. Ebranchage du côté supérieur, mesurage, classement	3. Retournement, ébranchage du côté inférieur

METHODE DES FUTS ENTIERS
(gros bois)

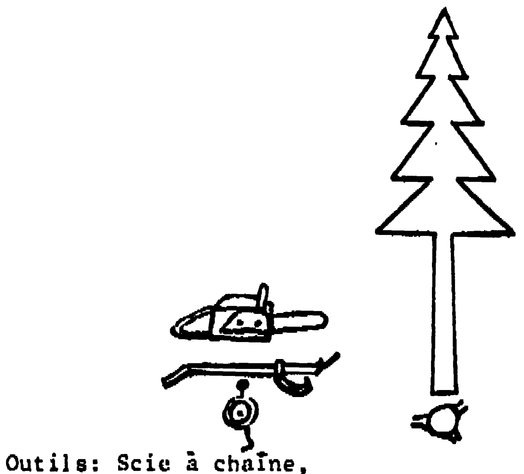
Un seul ouvrier travaillant à un arbre (ébranchage à la scie à chaîne)

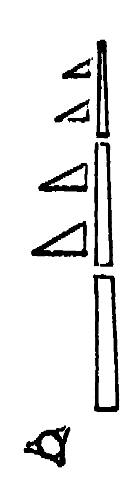


Outils:	Scie à chaîne; hache; sapi; ruban automatique; coin; crochet tourne-grumes	1. Abattage	2. Ebranchage du côté supérieur, mesurage, écimage

METHODE DES ASSORTIMENTS
(Bois de petits diamètres)

Un ouvrier travaillant à un seul arbre (ébranchage à la scie à chaîne)





Outils: Scie à chaîne, tourne-grumes, ruban automatique

1. Elagage, abattage

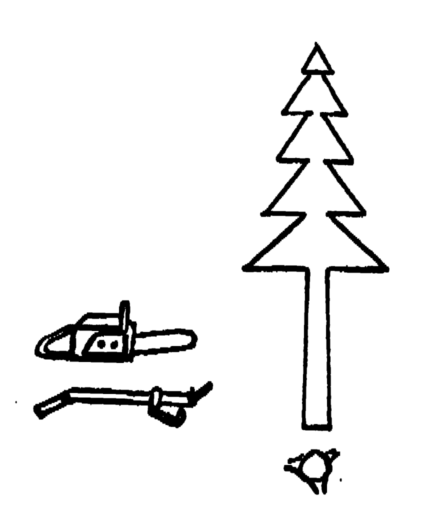
Ordre du travail

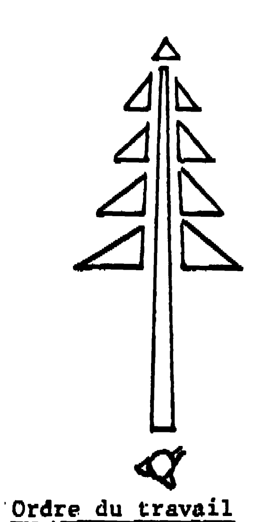
2. Ebranchage du côté supérieur, marquage des assortiments

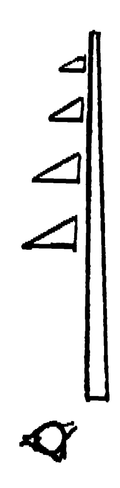
3. Retournement, ébranchage du côté inférieur, tronçonnage

METHODE DES FUTS ENTIERS
(Bois de petits diamètres)

Un ouvrier travaillant à un seul arbre (ébranchage à la scie à chaîne)







Ordre du travail

Outils: Scie à chaîne, tourne-grumes

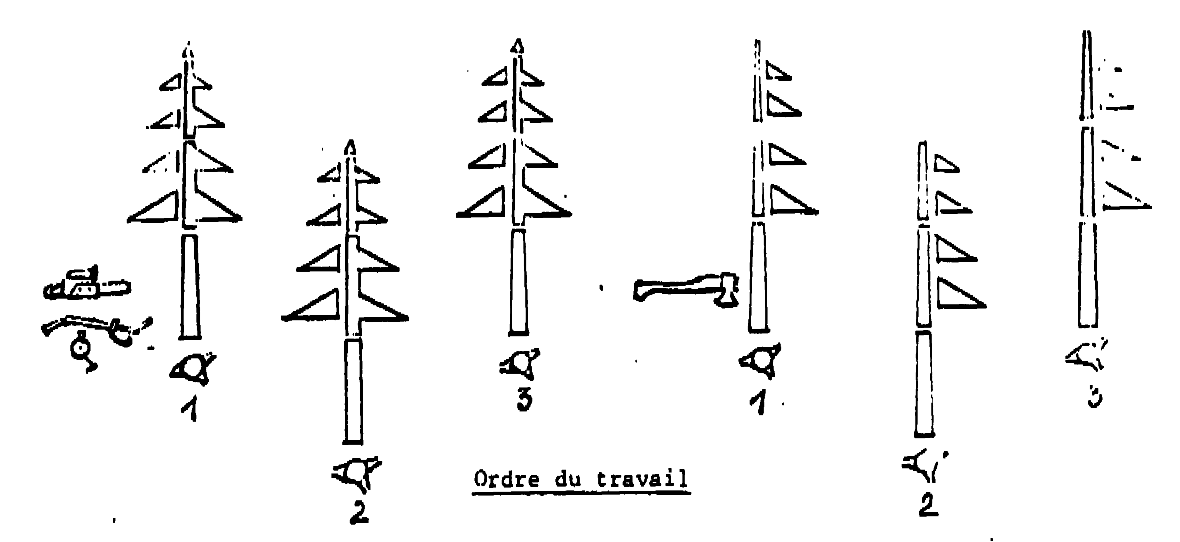
1. Abattage

2. Ebranchage du côté supérieur, écimage

3. Retournement, ébranchage du côté inférieur

METHODE DES ASSORTIMENTS
(Bois de petits diamètres)

Cycle d'opérations par un seul homme (ébranchage à la scie à chaîne et hache)



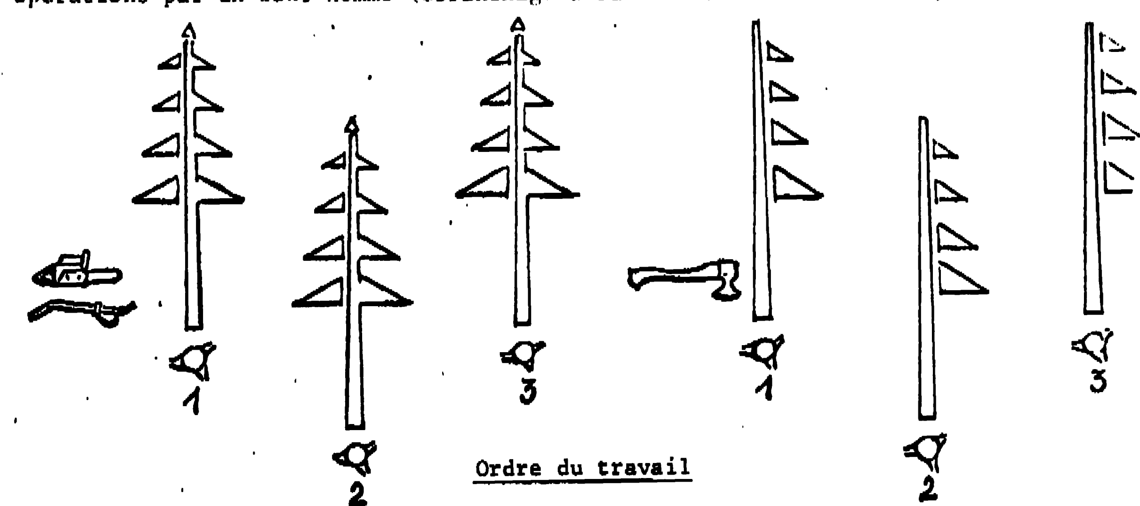
Outils: Scie à chaîne, hache, tourne-grumes, ruban automatique

1. Arbres 1 à 3, abattage, ébranchage du côté gauche, mesurage, tronçonnage

2. Arbres 1 à 3, ébranchage final à la hache

METHODE DES FUTS ENTIERS
(Bois de petits diamètres)

Cycle d'opérations par un seul homme (ébranchage à la scie à chaîne et hache)

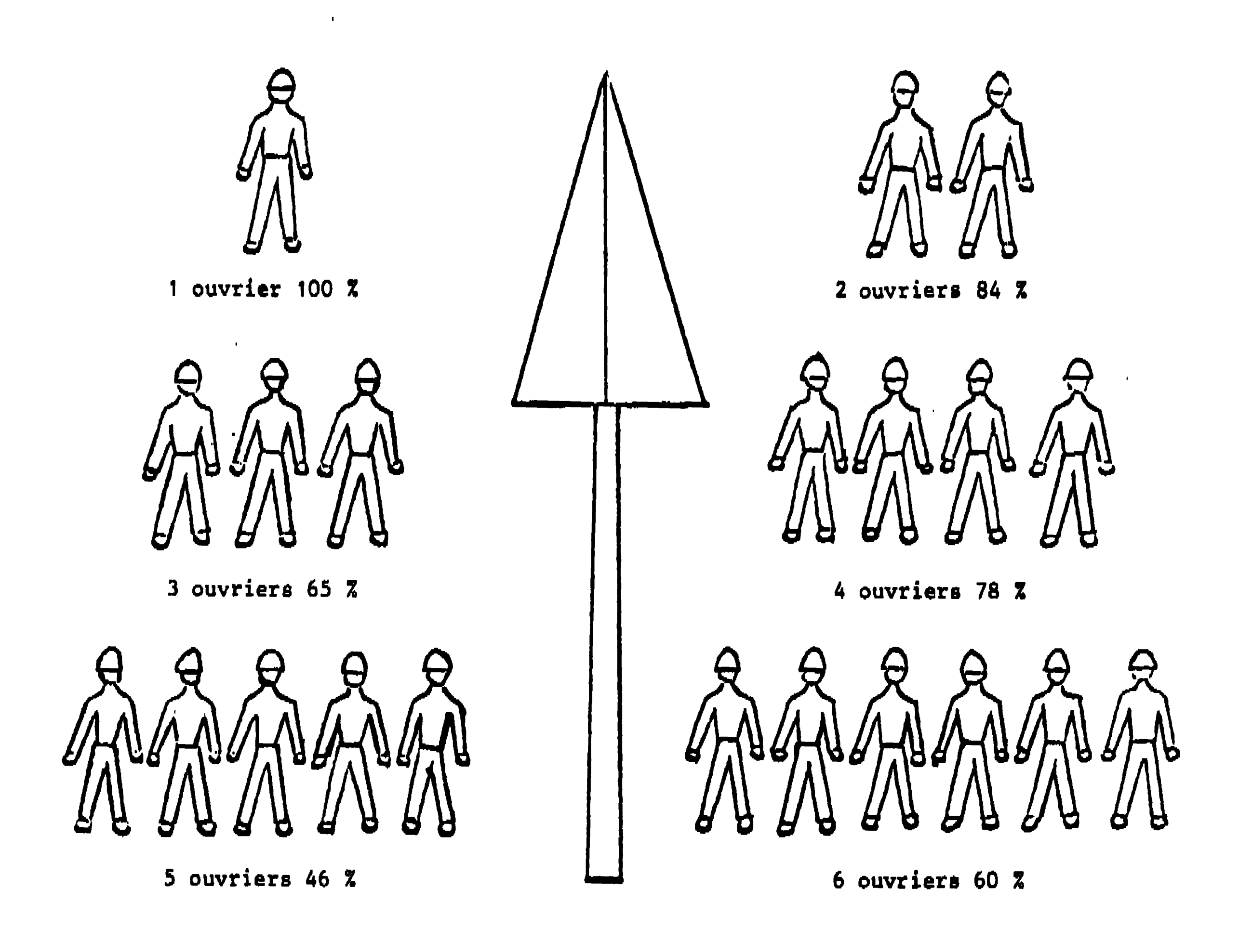


Outils: Scie à chaîne, hache, tourne-grumes

1. Arbres 1 à 3, abattage, ébranchage du côté gauche, écimage

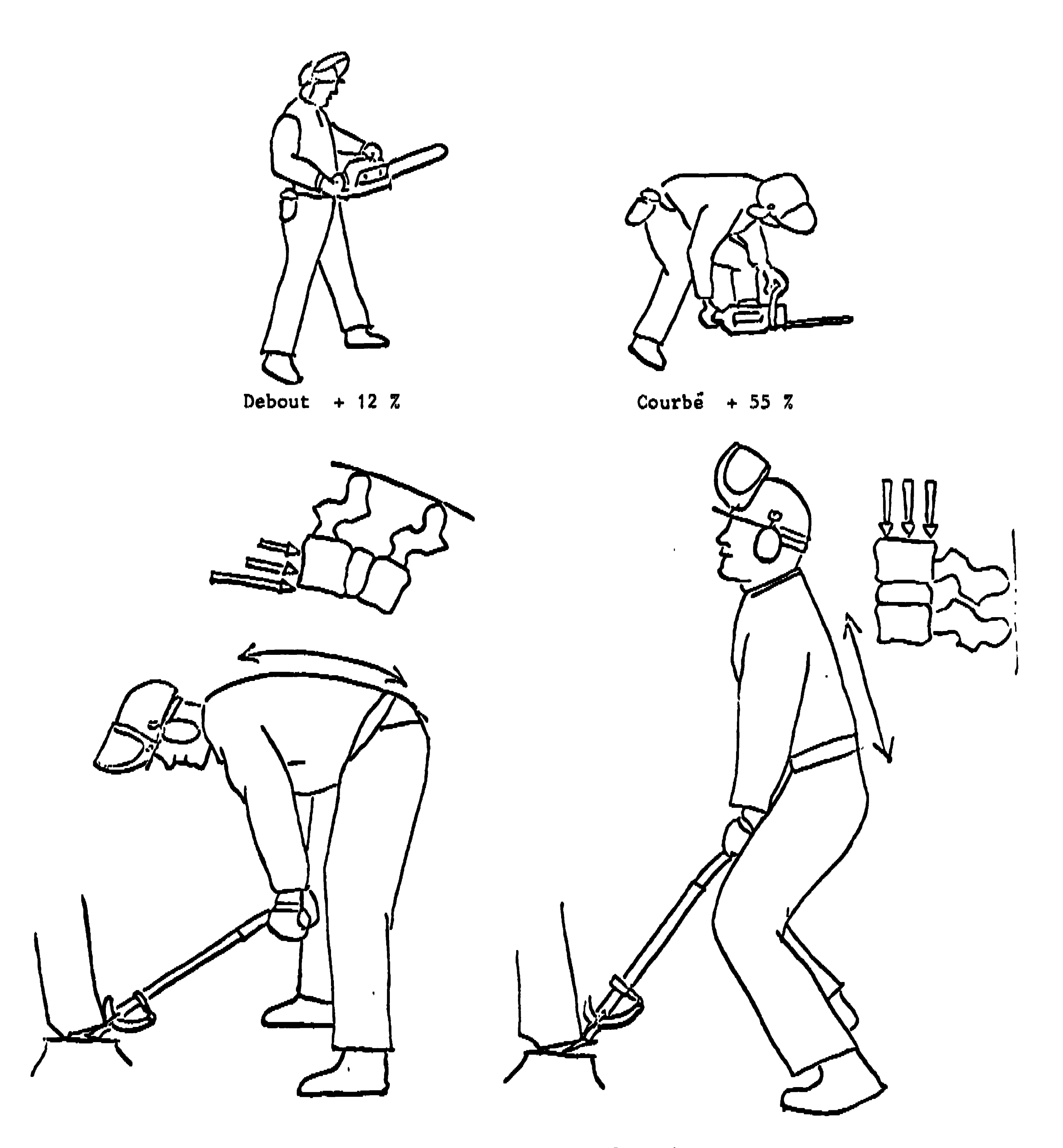
2. Arbres 1 à 3, ébranchage final à la hache

EFFICACITE DU TRAVAIL EN GROUPE

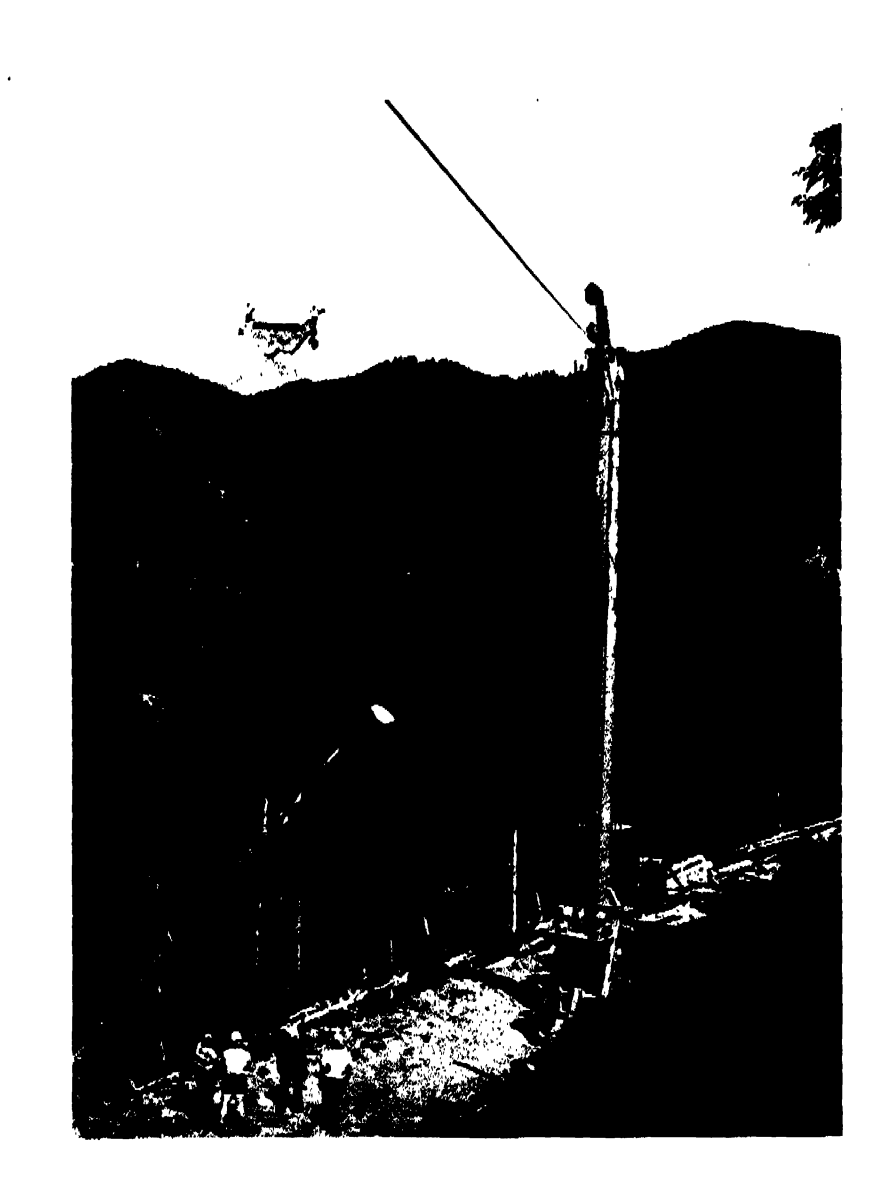


POSITION DU CORPS

Consommation d'énergie, le corps en position couchée = 100 %



Les vibrations provoquées par le travail à la scie à chaîne en position penchée ainsi que le levage avec la colonne vertébrale courbée entraînent des dégâts à la colonne vertébrale.



Système de câble lourd à mât mobile (Steyr KSK 16) destiné au transport d'arbres entiers soit en remontant soit en descendant (Photo: E. Pestal)

EQUIPEMENTS, OUTILS ET LEUR EMPLOI EN EXPLOITATION FORESTIERE

par

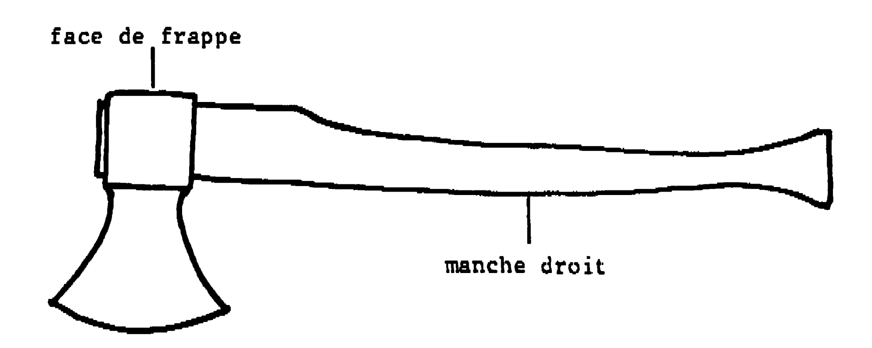
O. Frauenholz et E. Feichtinger

Forstliche Ausbildungsstätte Ort 1/

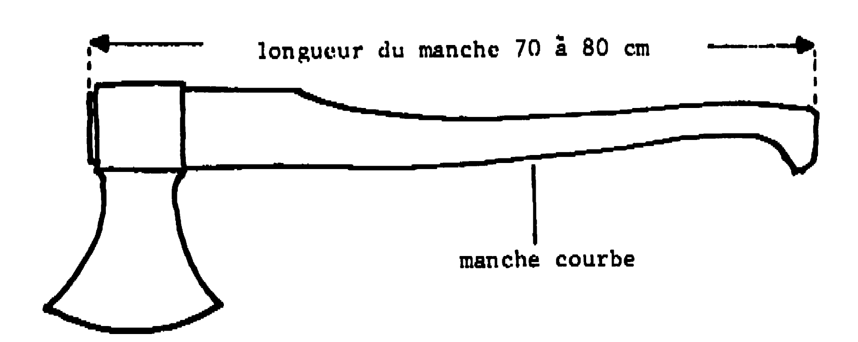
1. OUTILS A MAIN

1.1 Hache

L'abattage d'arbres et le tronçonnage d'arbres de gros diamètres, ainsi que leur ébranchage, se fait à l'aide de scies à moteur. En Autriche, la hache est utilisée comme coin au cours de l'abattage. Son poids doit donc se situer entre 1,20 et 1,40 kg, et son manche est droit.



Pour les arbres de petites dimensions, la hache est surtout employée à l'ébranchage. Les branches étant faibles, une hache d'environ 1 kg est suffisante. Un manche courbe permet de bien le tenir.

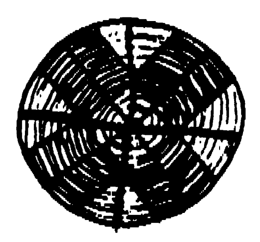


Pour l'utilisation générale, aussi bien dans les gros bois que dans les petits, la longueur totale du manche doit être égale à la longueur du bras du travailleur, les doigts étant repliés. En pratique cela correspond à une longueur entre 70 et 80 cm.

Le meilleur matériau pour les manches est le bois de feuillus tel que hêtre rouge ou blanc, frêne, bouleau ou hickory.

1/ Centre de formation professionnelle forestière d'Ort, Autriche.

L'ébauche est obtenue par fendage à partir d'un billon



Les phases de la fabrication d'un manche de hache

L'ébauche est mise à dimension, le manche est tracé selon un modèle et dégrossi.

L'ébauche est équarrie par taille ou découpage.

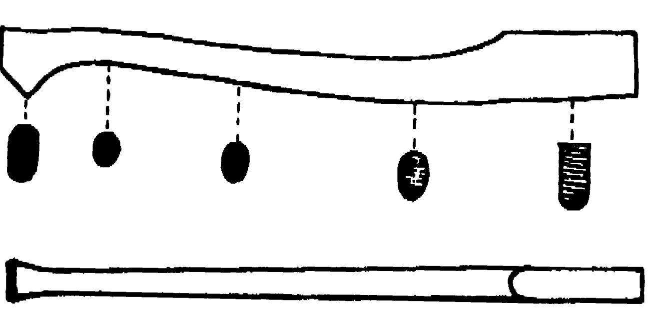
Les quatre arêtes sont chanfreinées sur un tiers des faces de sorte que la section soit octogonale.



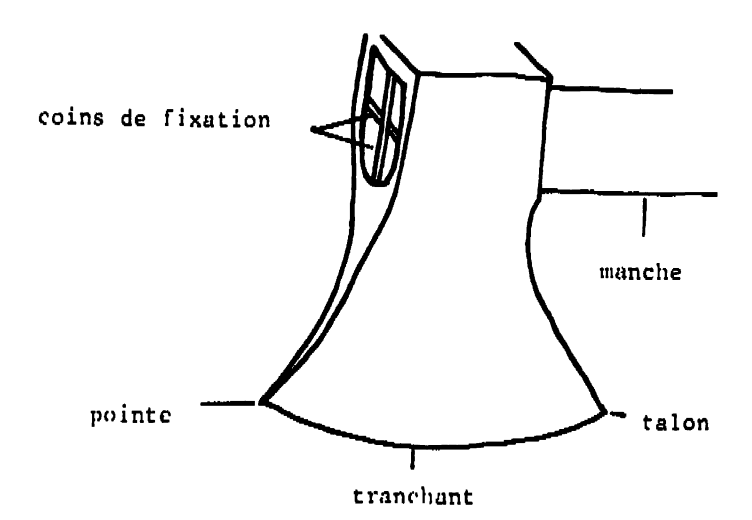
Les arêtes sont arrondies, le manche est façonné et coupé aux deux extrémités à la longueur désirée.

Sections transversales à différents points du manche.

Une vue de dessus montre les décroissances avant le pommeau et le long du manche.

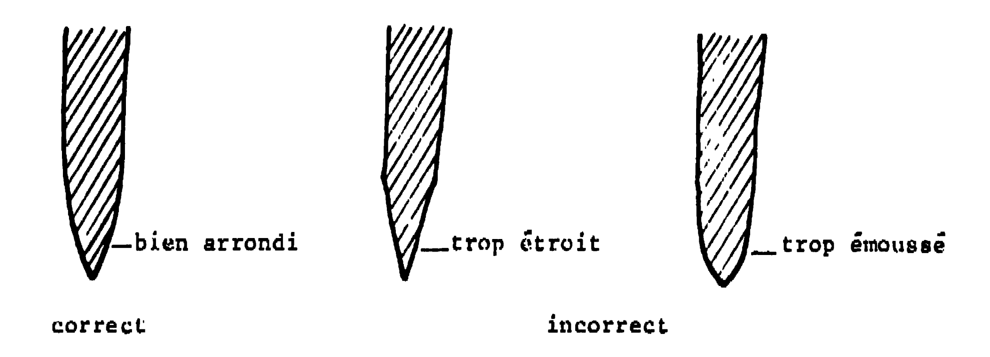


Le manche est fixé à l'intérieur de la hache par deux coins de bois dur placés en croix.



L'aiguisage du tranchant se fait de façon correcte avec une pierre à aiguiser humide. La résistance à l'usure de ce tranchant dépend de ses bords.

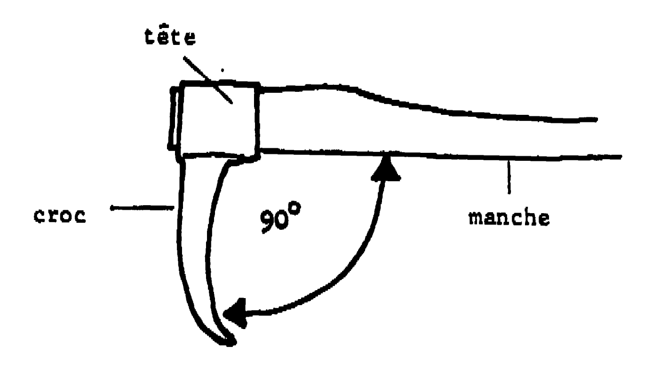
Section en travers du tranchant d'une hache:



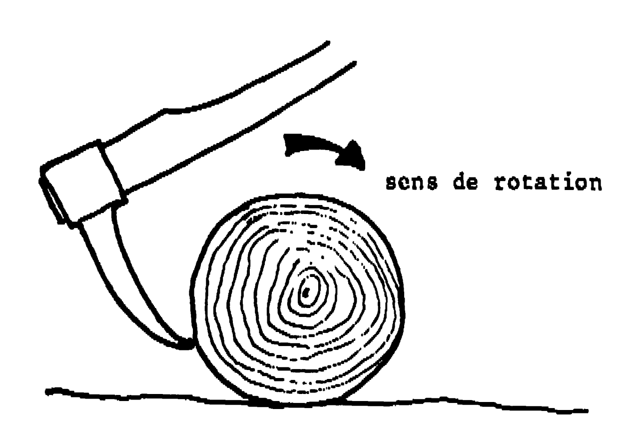
1.2 Sapis

Les bûcherons emploient le sapi pour faire glisser, tourner ou soulever les troncs ou les grumes. Il en existe deux formes qui se distinguent par l'angle que forme le manche avec le croc:

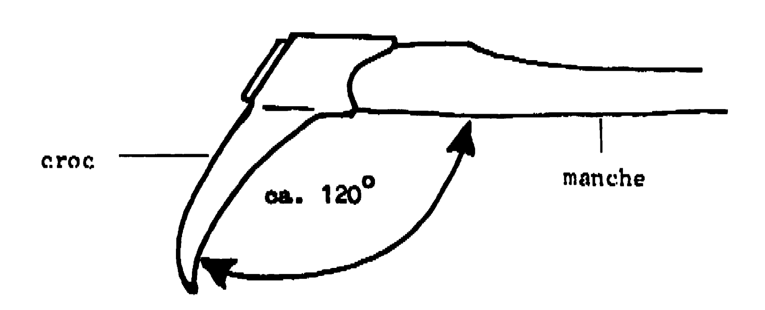
a) Sapi droit ou allemand; l'angle intérieur entre le manche et le croc est d'environ 90°



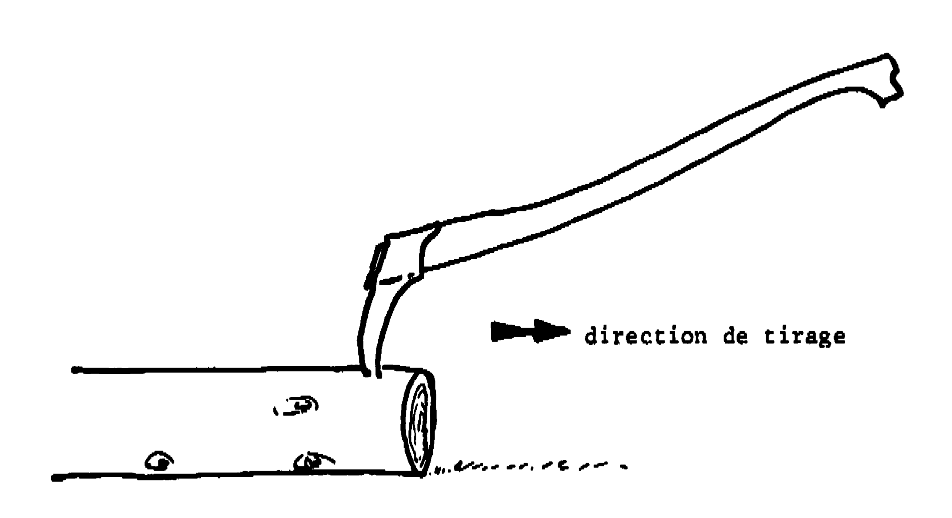
Cette forme est particulièrement favorable au transport des bois latéralement, par exemple sur les lieux d'empilage ou de chargement. Si la tête est renforcée et supporte la frappe, le sapi peut être utilisé pour enfoncer les crochets de débardage dans les grumes.



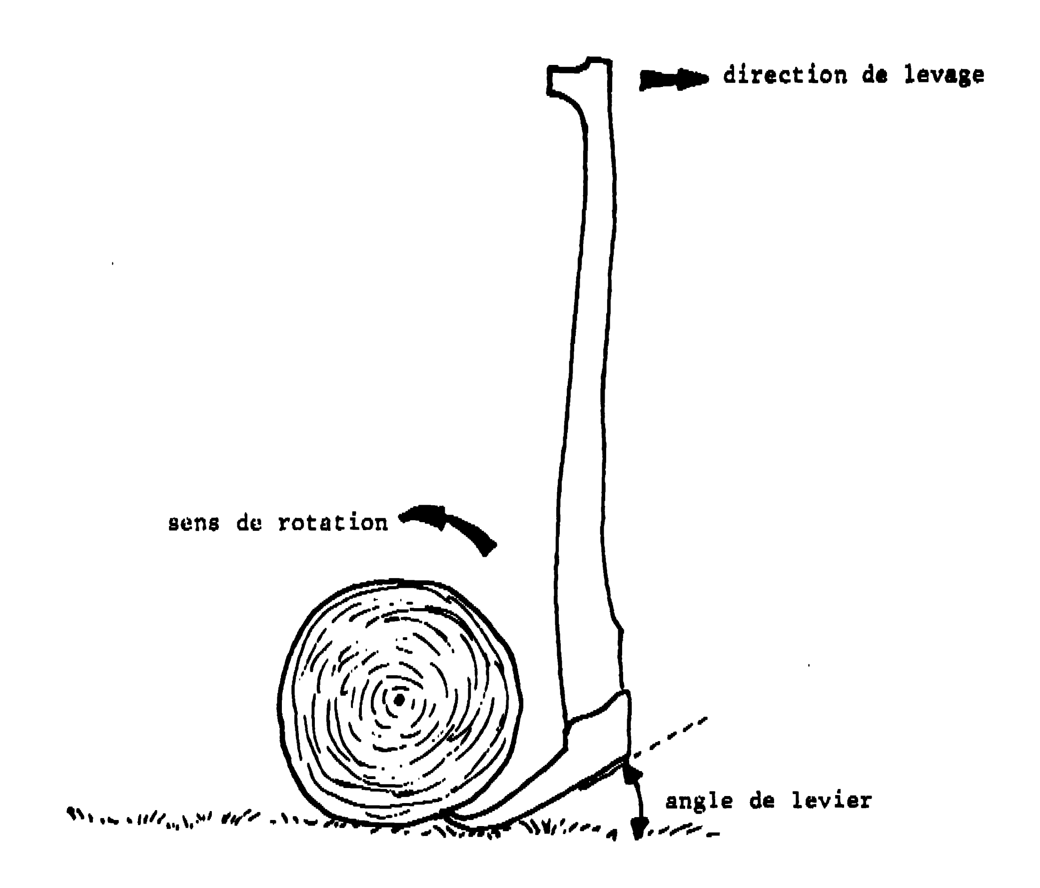
b) Sapi Krainer ou de Styrie; l'angle intérieur entre le manche et le croc est d'environ 120°



Ce modèle est utilisé pour faire glisser les grumes longitudinalement. Quand la pointe est enfoncée dans la grume, l'angle de 120° donne au manche une position qui est ergonomiquement la meilleure pour l'ouvrier.



Le sapi est généralement utilisé comme levier pour tourner les grumes. L'angle formé par le croc avec le sol permet un effet de levier approprié pour soulever la grume et la faire tourner.

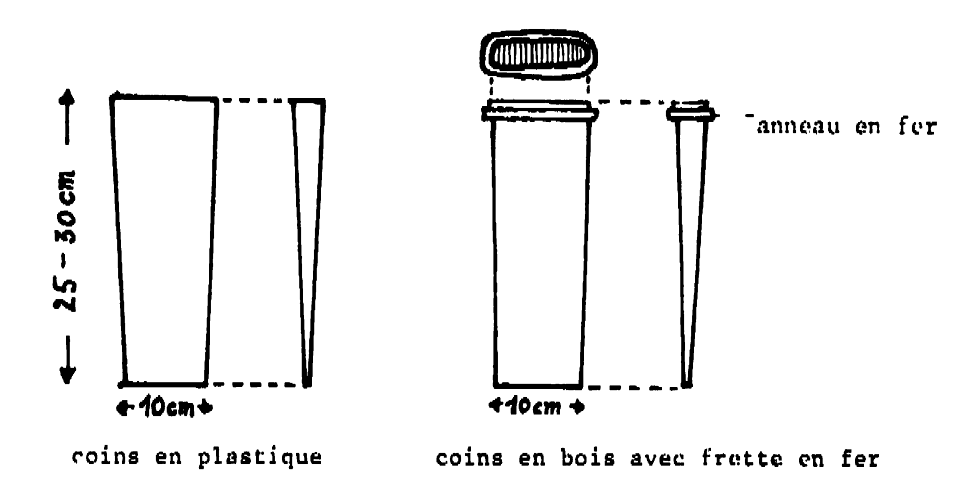


Le poids du sapi varie de 1,20 à 1,40 kg sans le manche pour les grumes de grande dimension et de 0,80 à 1 kg pour les petites grumes. La longueur du manche dépend de la taille du bûcheron et est normalement de 1,00 à 1,20 m.

1.3 Coins

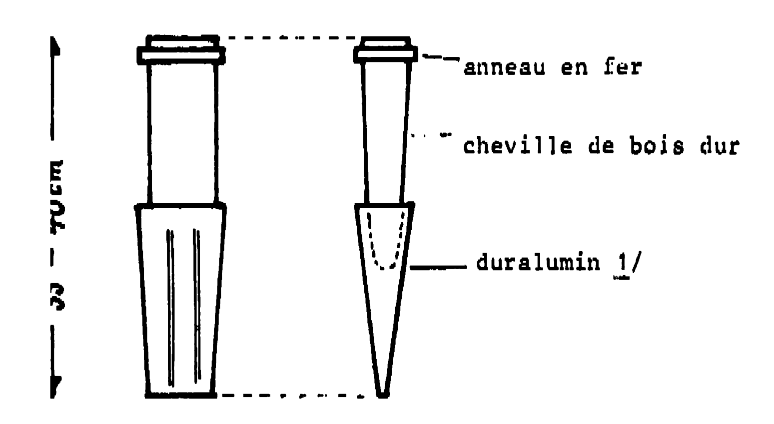
a) Coins d'abattage

Ils sont utilisés lors de l'abattage des arbres de grande dimension pour maintenir le trait d'abattage ouvert et pour provoquer la chute. Les coins en bois ou en plastique sont particulièrement plats, leur longueur est de 25 à 30 cm et leur largeur de 10 cm.



coins en plastique   coins en bois avec frette en fer

Pour les arbres inclinés vers l'arrière, les coins en plastique ou en bois ne sont généralement pas assez forts pour faire tomber l'arbre. Pour augmenter l'ouverture du trait d'abattage on utilise des coins à douille munis d'une cheville de bois frettée par un anneau de fer.



coin en duralumin muni d'une cheville de bois

1/ Alliage d'aluminium.

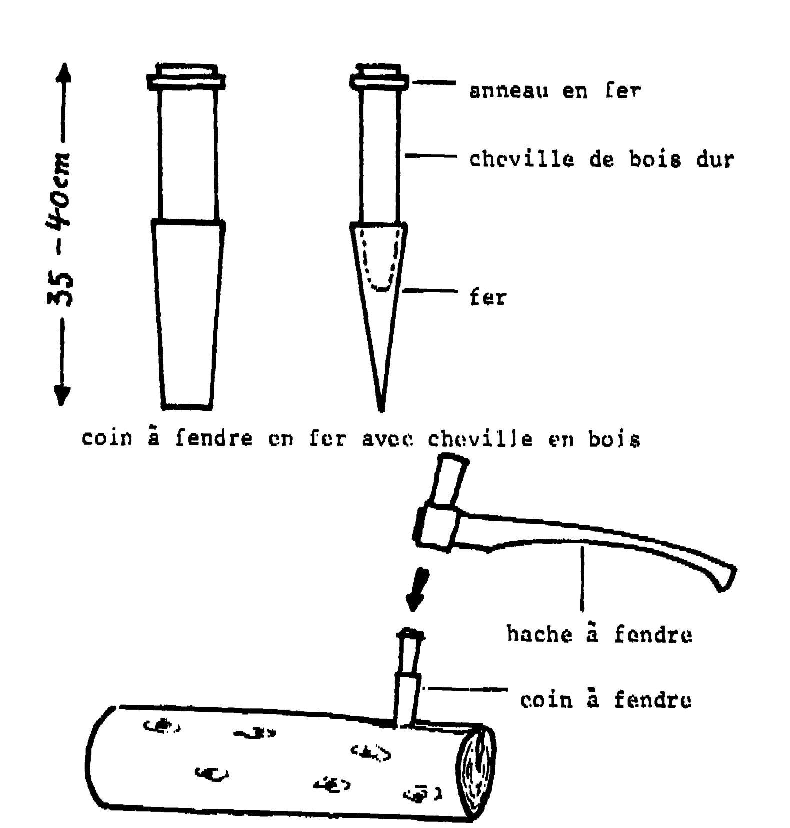
b) Coins de tronçonnage

Les techniques très précises d'emploi des scies à chaîne ont rendu l'utilisation de ces coins pratiquement superflue. Si on se sert de scies à main, il est indispensable de maintenir le trait ouvert.

Le coin de tronçonnage a la même force que le coin d'abattage mais il n'a que de 10 à 15 cm de long et de 5 à 8 cm de large.

c) Coins à fendre

Pour fendre des grumes de 1 mètre de diamètre, on utilise des coins en fer à douille, munis de chevilles de bois dur frettées au moyen d'un anneau en fer. Pour enfoncer ces coins, on emploie un merlin ou une hache à fendre (poids de 2,5 à 3,5 kg).

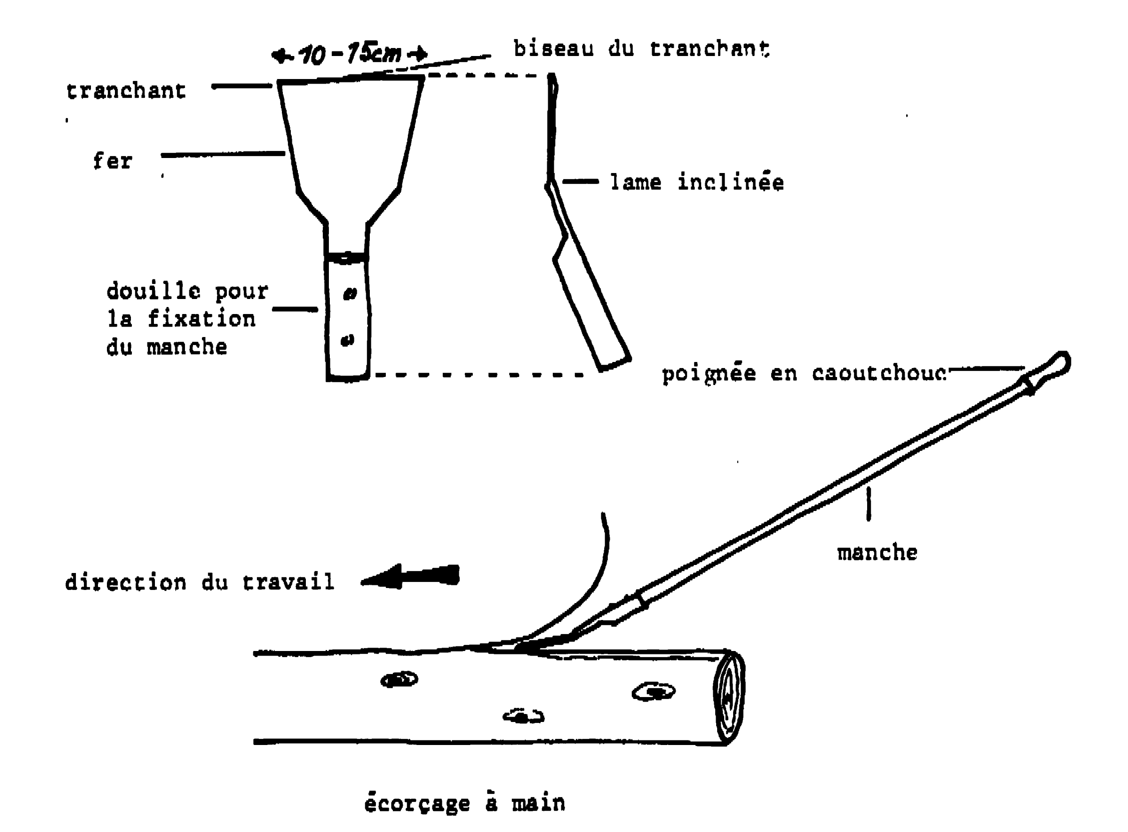


coin à fendre en fer avec cheville en bois

1.4 Fer à écorcer

Le fer à écorcer sert à enlever l'écorce de troncs de toutes dimensions sur le parterre de la coupe. L'écorçage à la main est très rare et ne se pratique qu'exceptionnellement, comme dans le cas de petites quantités de bois qui doit être écorcé et tronçonné immédiatement en raison des dangers de contamination (bostryche), ou si le débardage doit être effectué à la main en raison des difficultés de terrain. Le fer à écorcer est constitué par une lame d'acier munie d'une douille pour y fixer le manche.

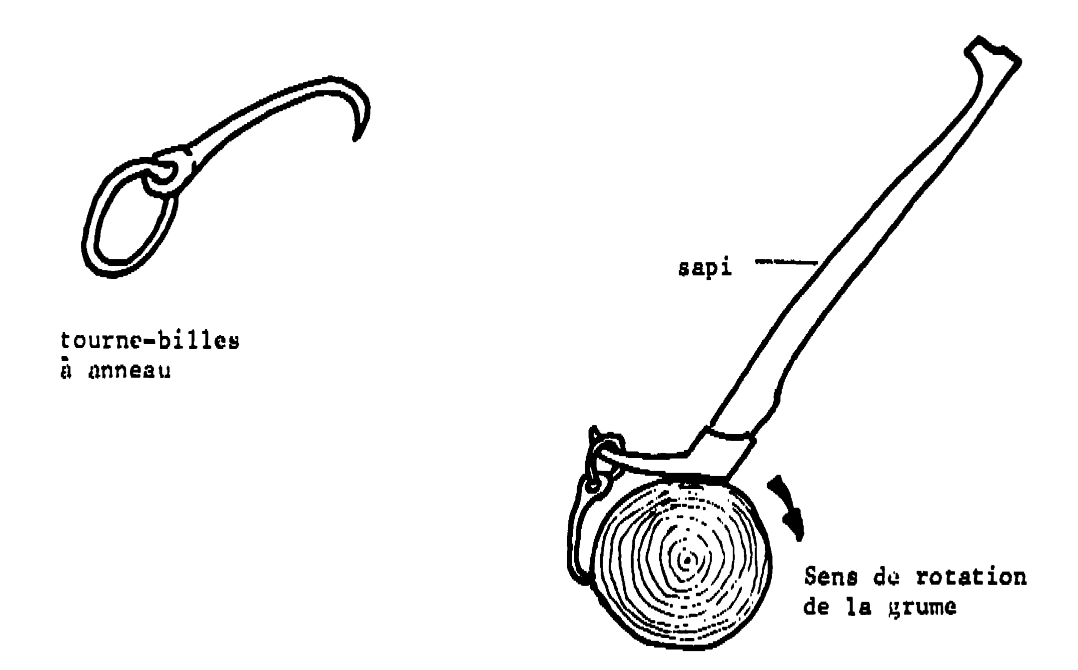
La largeur du tranchant du fer va de 10 à 15 cm et la longueur du manche varie entre 1,50 et 2,00 m. La lame doit faire un angle avec le manche afin d'éviter de se baisser pendant le travail.



écorçage à main

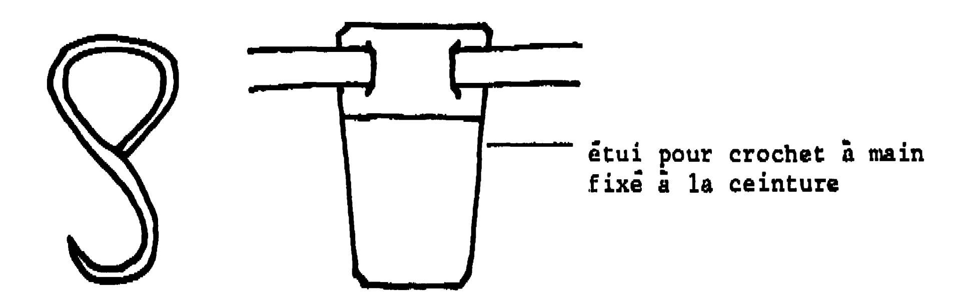
1.5 Tourne-billes à anneau

Ils sont utilisés conjointement avec les sapis et autres leviers pour tourner les grumes. Ce type de tourne-grumes s'est montré très efficace pour faire tomber les arbres encroués (arbres qui au moment de leur chute restent accrochés aux arbres voisins).



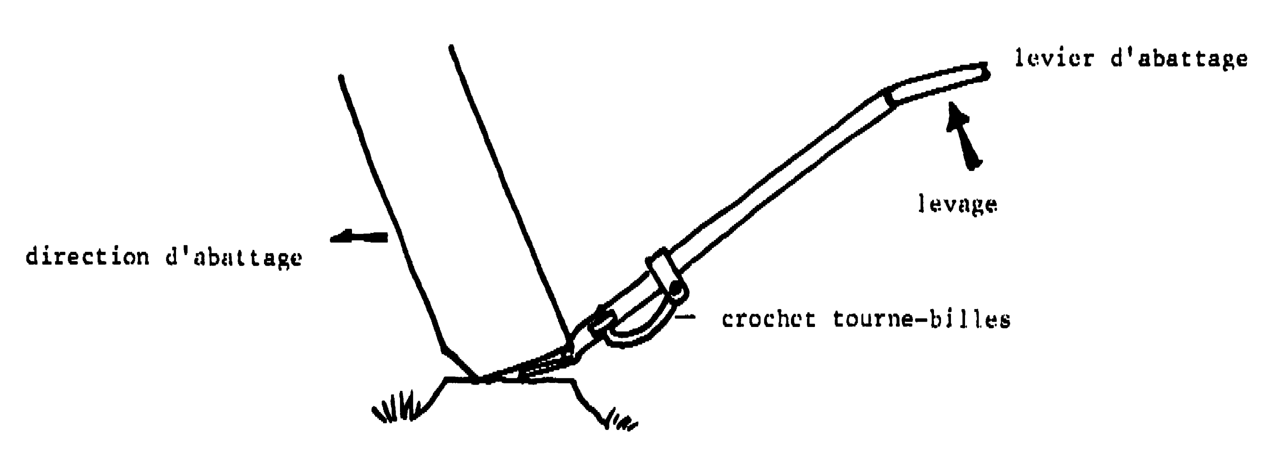
1.6 Crochets à main de poche

Ce petit crochet tourne-billes est transporté dans un petit étui attaché à la ceinture. On l'emploie pour tourner, traîner et faire glisser des billons. On peut également l'utiliser pour remplacer les coins lors du tronçonnage.

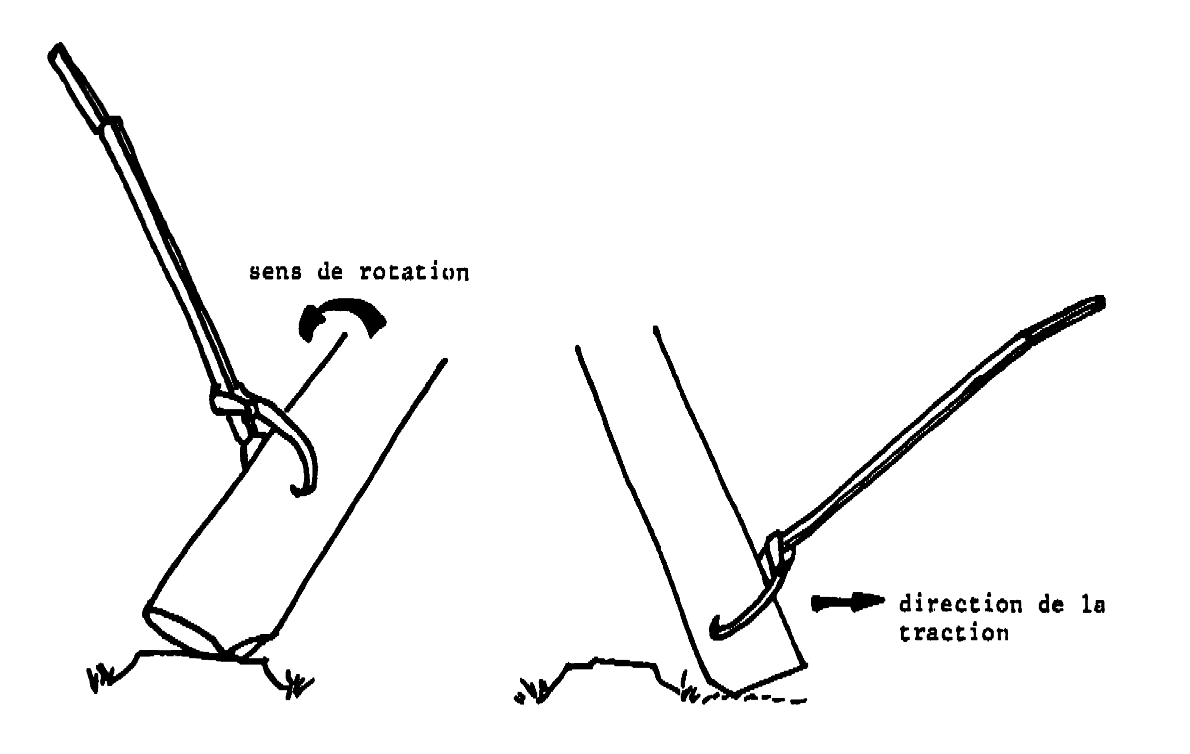


1.7 Leviers d'abattage

Cet outil à emplois multiples remplace les coins d'abattage pour les petits arbres et les arbres moyens. On utilise le crochet tourne-billes de ce levier pour tirer ou tourner les grumes.



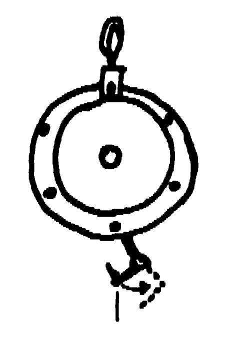
emploi lors de l'abattage



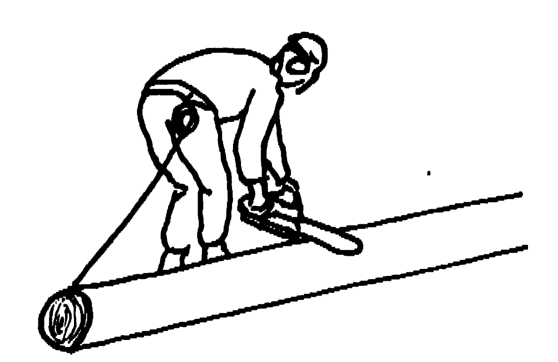
rotation et tirage d'un arbre encroué

1.8 Mètre à ruban du bûcheron

Il est utilisé pour déterminer les découpes des arbres abattus. La longueur de ces rubans est habituellement de 15 à 25 m. Du fait que le ruban est attaché à la ceinture du bûcheron, les opérations d'ébranchage, de mesurage et de tronçonnage se font en même temps. Le crochet de l'extrémité du ruban est fixé au point de la grume où commence le mesurage. Le déplacement du bûcheron libère le ressort de tension du ruban.



crochet du ruban et ressort de tension



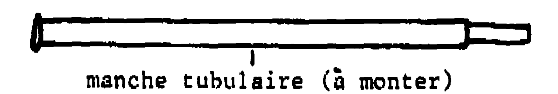
travail avec le ruban du bûcheron

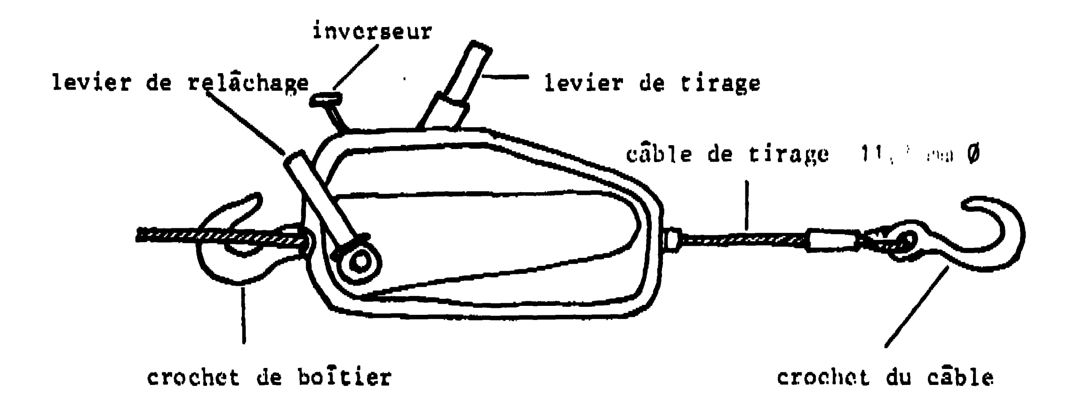
1.9 Tire-câble

C'est un dispositif de levage et de tirage fonctionnant à la main avec une capacité de 1,5 à 3,0 tonnes (selon le modèle). A l'abattage, le tire-câble est utilisé pour faire tomber les arbres penchés en arrière ou pour diriger les arbres pouvant tomber sur un bâtiment.

La longueur du câble est pratiquement illimitée; pour l'abattage, l'emploi d'une poulie de renvoi est recommandé de manière à ce que l'opérateur puisse travailler hors de la direction de chute prévue.

Description d'un tire-câble:





tire-câble

direction de la traction

direction d'abattage

crochet du câble

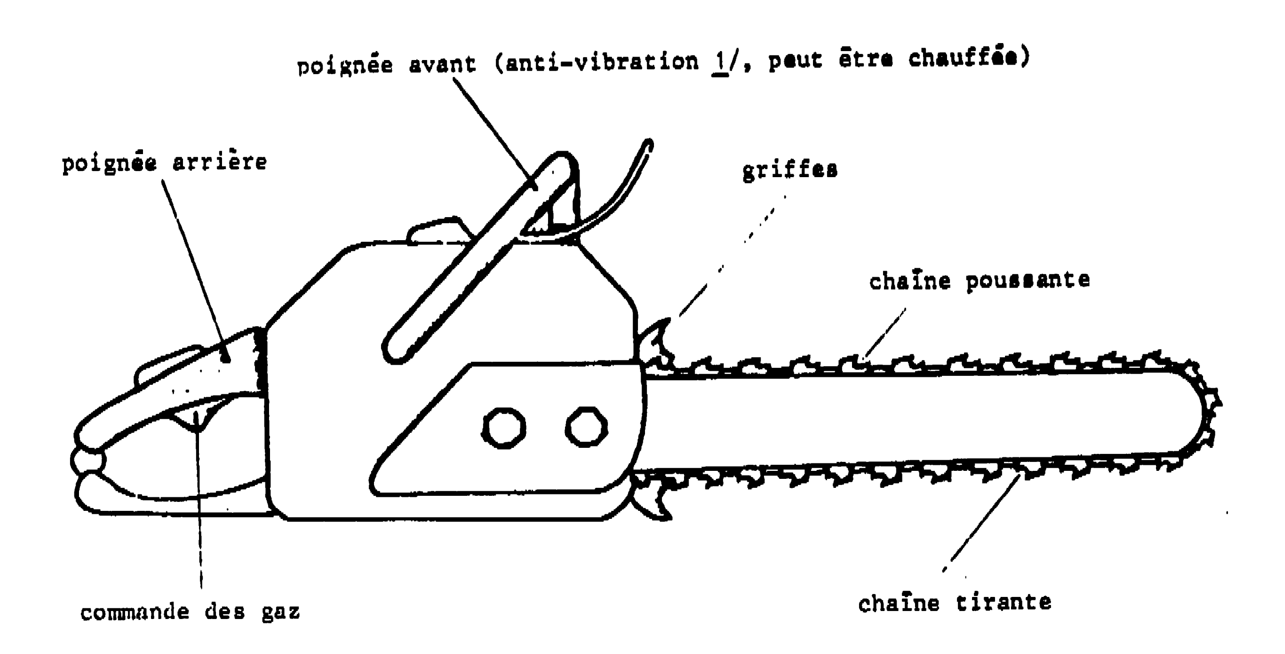
poulie de renvoi

Emploi d'un tire câble pour l'abattage d'un arbre penché en arrière

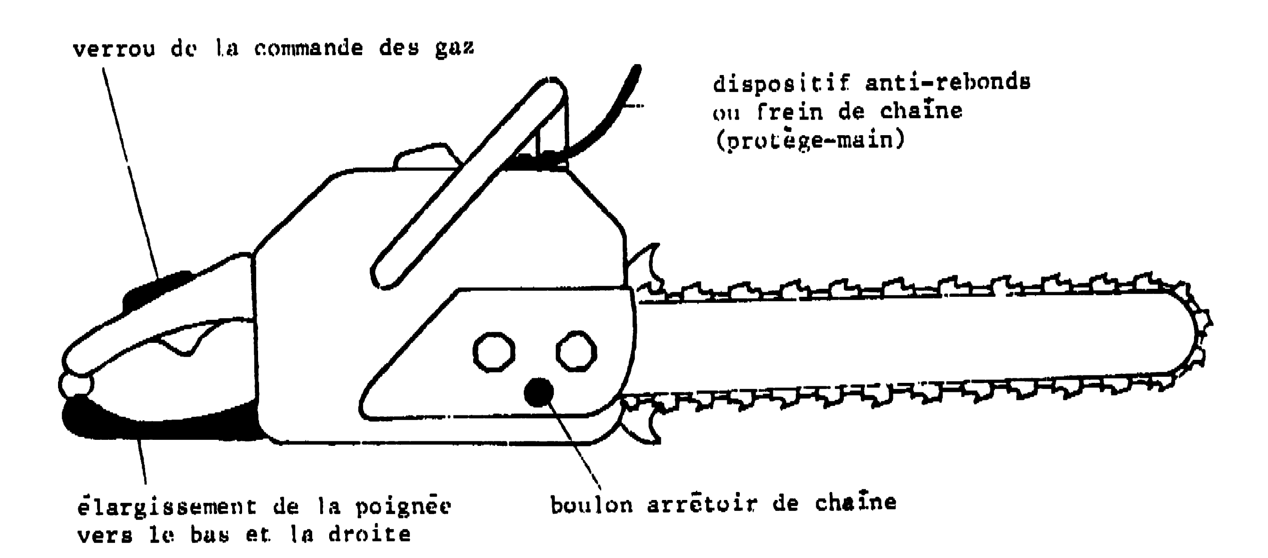
2. SCIES A CHAINE

2.1 Description des parties les plus importantes et des dispositifs de sécurité d'une scie à chaîne

a) Description des éléments



b) Dispositifs de sécurité



1/ Les dispositifs anti-vibrations préviennent les maladies vibratoires de la main.

2.2 Classes de poids et de puissance des scies à chaîne pour bois de gros et de petits diamètres

Emploi	Puissance	Poids en état de marche	Longueur de guide-chaîne
Petit bois	1,5 à 2,2 kw (2 - 3 cv DIN)	5 à 7 kg	jusqu'à 30 cm
Gros bois	2,2 à 3,7 kw (3 - 5 cv DIN)	7 à 9 kg	40 à 45 cm
Très gros bois chantiers	3,7 à 5,1 kw (5 - 7 cv DIN)	9 à 11 kg	50 à 60 cm

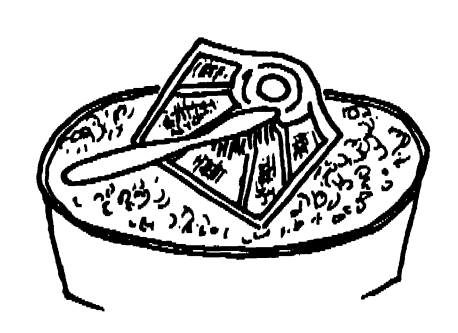
2.3 Soins et entretien

Les soins réguliers augmentent la durée de la scie à chaîne et la sécurité. Les intervalles de l'entretien sont:

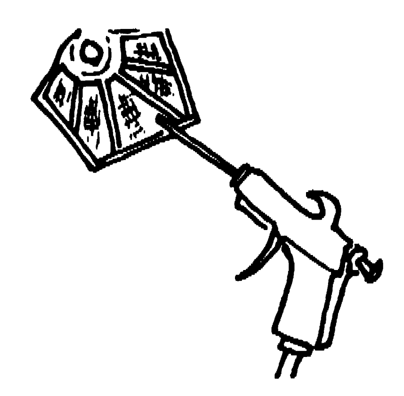
a) journaliers
b) hebdomadaires
c) périodiques

a) Inspection journalière

filtre à air: laver à l'essence ou liquide détergent dilué, ou nettoyer à l'air comprimé



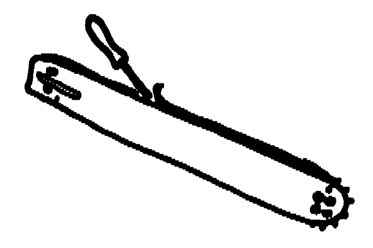
lavage à l'essence ou détergent

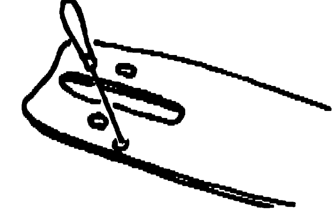


nettoyage à l'air comprimé

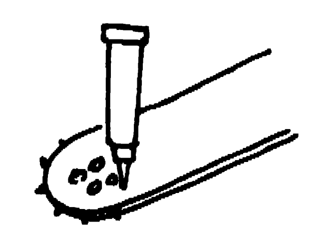
guide-chaîne: - **nettoyer la rainure et les orifices de graissage**

- **lubrifier le galet de renvoi**
- **retourner et remonter le guide-lame**

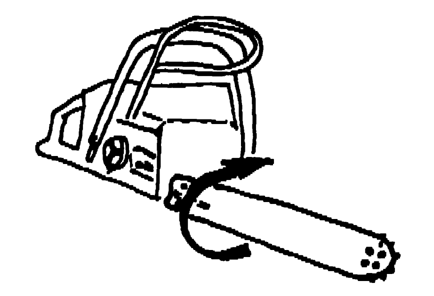




nettoyage de la rainure et des orifices de graissage



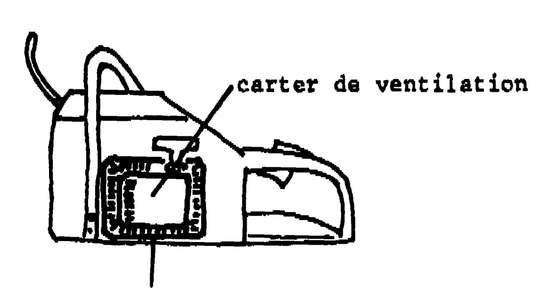
lubrification du galet de renvoi



retournement et remontage du guide-chaîne

chaîne: affûter les gouges si nécessaire

fentes d'entrée d'air: vérifier les fentes du carter de ventilation, nettoyer si nécessaire



b) Inspection hebdomadaire

En plus de l'inspection journalière il faut vérifier chaque semaine les points suivants:

bougie: - contrôler la couleur de la pointe:

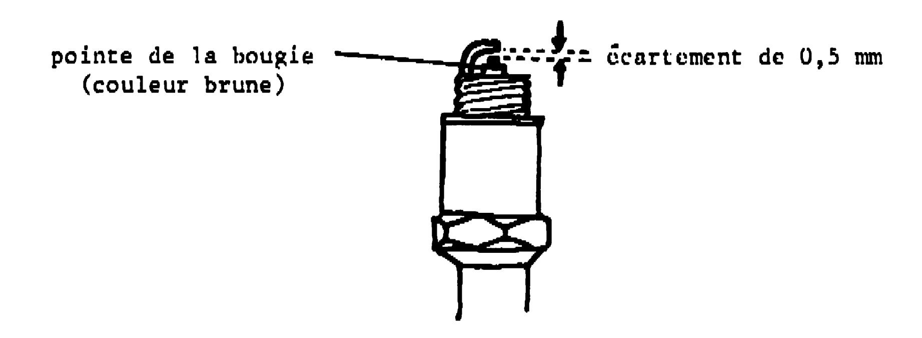
brune - carburateur correctement réglé

noire - réglage trop riche

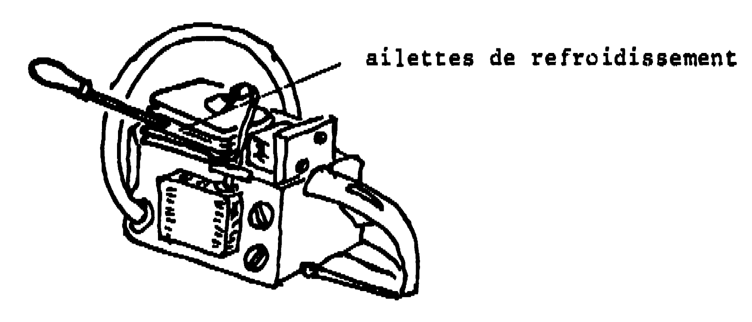
blanche - réglage trop pauvre

- contrôler l'écartement des électrodes:

la distance est de 0,5 mm pour tous les modèles



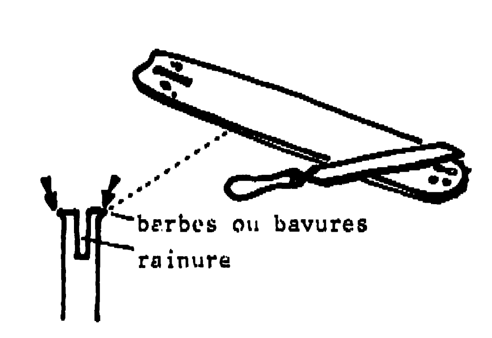
ailettes de refroidissement du cylindre: enlever le capot du moteur et nettoyer les ailettes



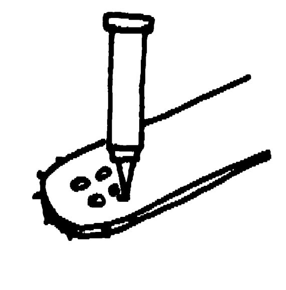
nettoyage des ailettes de refroidissement

guide-chaîne: - ébarber les angles de la rainure avec une lime plate

- lubrifier le galet de renvoi et vérifier sa mobilité



ébarbage avec une lime plate



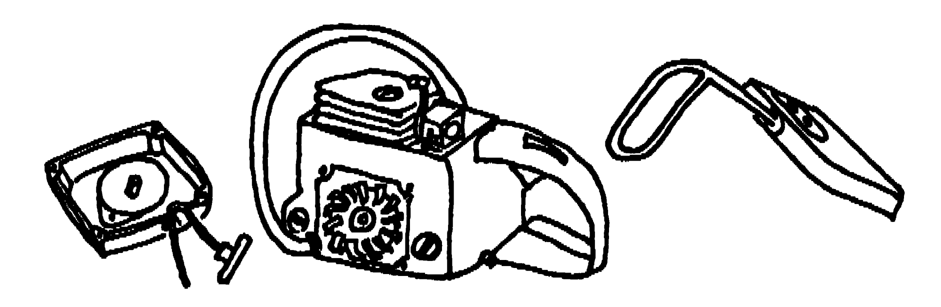
lubrification du galet de renvoi

chaîne: affûter les dents-gouges, vérifier la longueur des gouges et la hauteur des limiteurs d'épaisseur des copeaux (voir la description de l'entretien des chaînes)

c) Inspection périodique

Elle est pratiquée après 100 ou 150 heures d'utilisation selon le temps consacré à l'entretien, l'usure et le modèle. Certains constructeurs fournissent un plan d'entretien avec leurs instructions d'emploi. Les points suivants s'ajoutent aux inspections journalières et hebdomadaires:

nettoyage général: avec un détergent à froid ou de l'essence

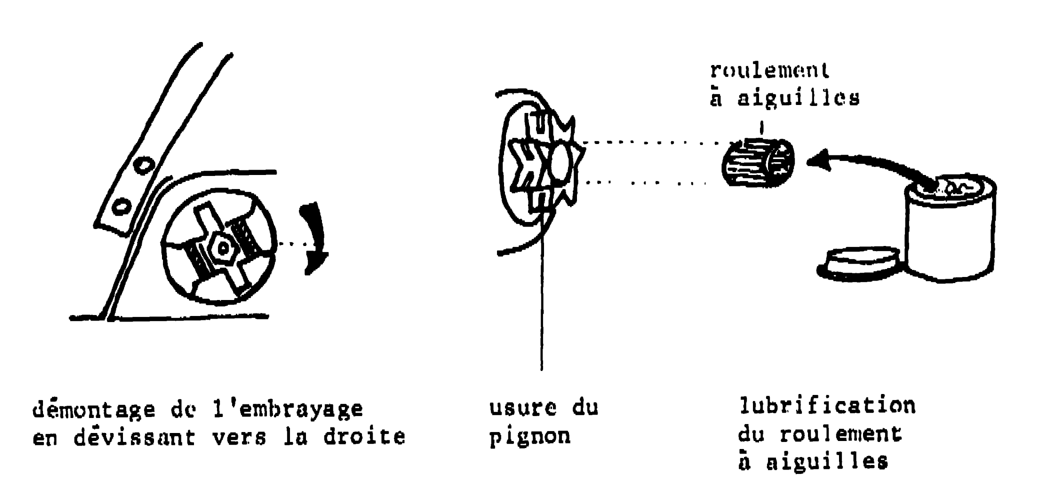


embrayage: - démontage (le filetage à gauche se desserre en tournant vers la droite)

- vérifier l'usure des masselottes, la tension des ressorts et le pignon (galet d'entraînement)

- nettoyer le tambour d'embrayage et le roulement à aiguilles

- lubrifier le roulement avec de l'huile tous usages



démontage de l'embrayage en dévissant vers la droite

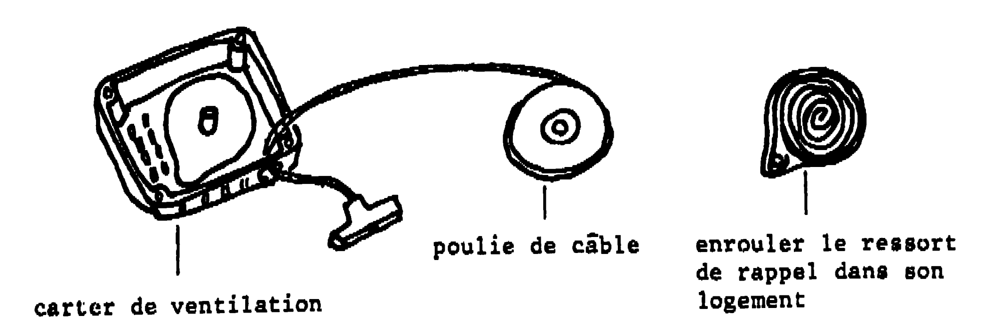
usure du pignon

lubrification du roulement à aiguilles

lanceur: - démonter et séparer le ressort de la poulie

- nettoyer et huiler le ressort de rappel

- vérifier l'usure du câble de lancement



carter de ventilation

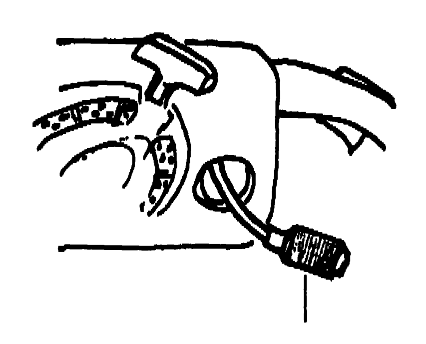
poulie de câble

enrouler le ressort de rappel dans son logement

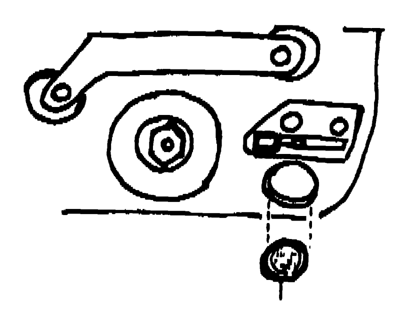
bouchon d'essence et d'huile: - démonter et nettoyer la tête d'aspiration

- nettoyer les bouchons d'huile et de carburant à l'essence

- si la tuyauterie de la pompe à huile comporte un filtre, démonter et nettoyer



tête d'aspiration



filtre à huile

échappement: - démonter et nettoyer

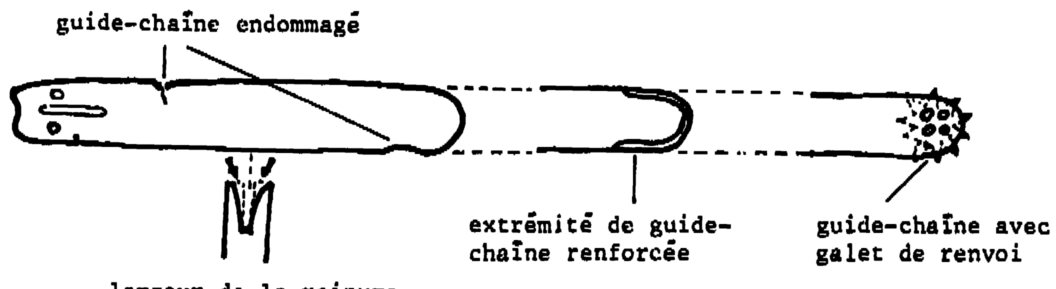
- débarrasser les ouvertures du cylindre des résidus de combustion

guide-chaîne: - vérifier l'usure des surfaces de glissement de la chaîne

- vérifier la profondeur et la largeur de la rainure

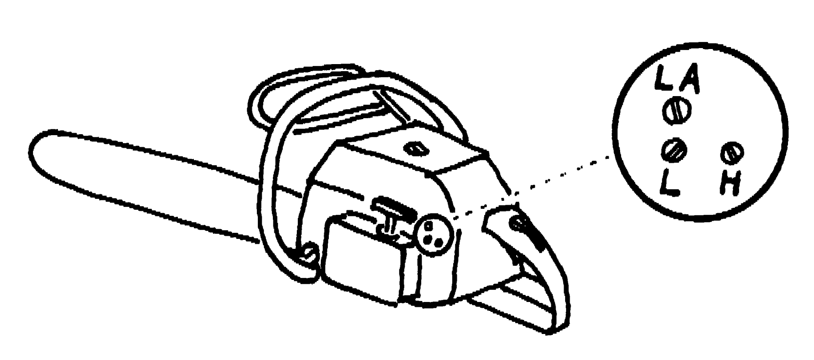
- vérifier le renfort de l'extrémité du guide-chaîne

- ou, selon le cas, vérifier et graisser le galet de renvoi



carburateur: - n'enlever et démonter qu'en cas de panne

- vérifier le réglage en conformité avec les instructions du constructeur;
  - H - vis principale de réglage
  - L - vis de réglage du ralenti
  - LA - vis de diminution du ralenti
- avant de régler le carburateur, faire fonctionner la scie jusqu'à température normale de marche; le filtre à air et la bougie doivent être propres.

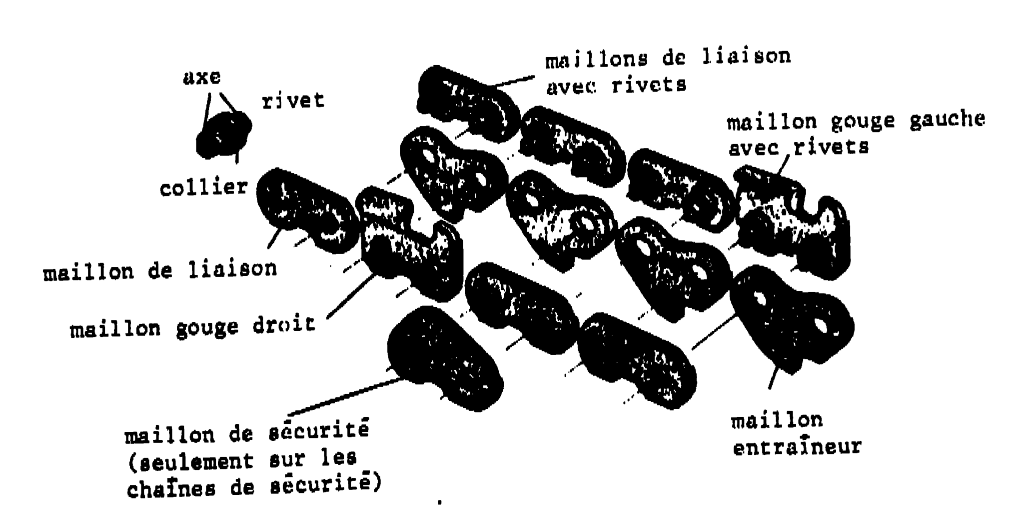


vis de réglage du carburateur

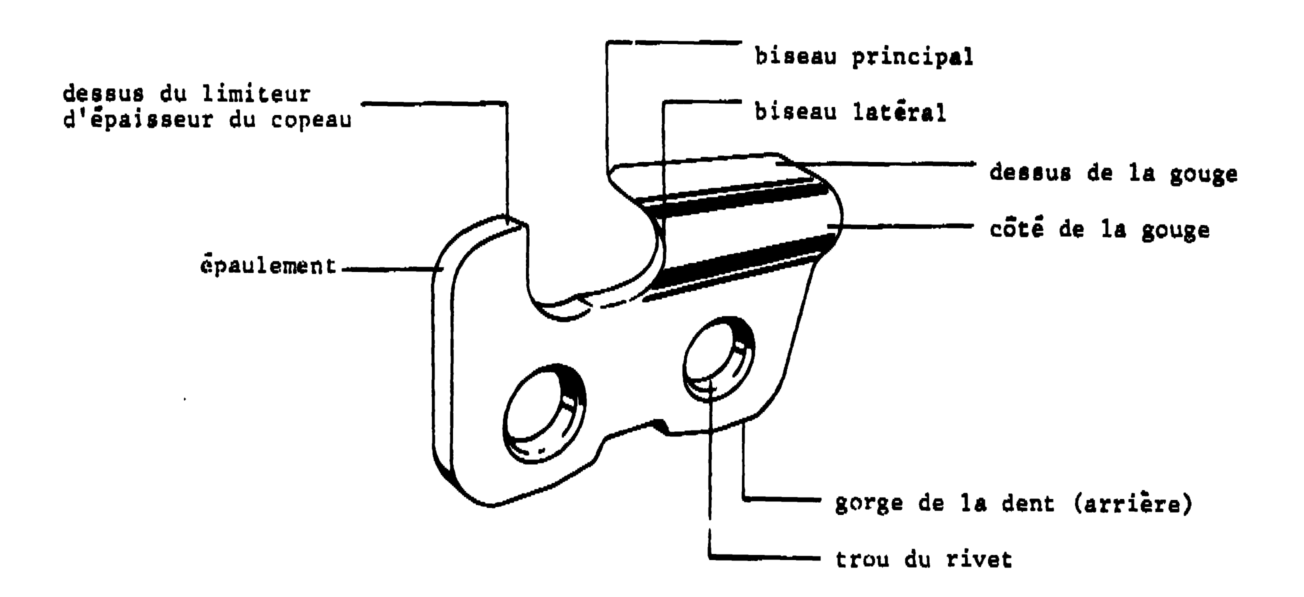
2.4 Entretien des chaînes de scies à moteur

Un entretien approprié de la chaîne garantit une coupe bonne et régulière, réduit l'usure de la chaîne et du guide-chaîne, économise le carburant et diminue la fatigue musculaire (énergie).

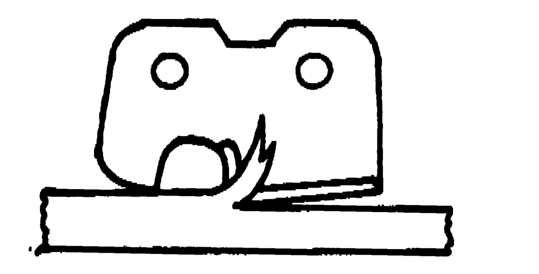
Les éléments d'une chaîne de scie à moteur sont:



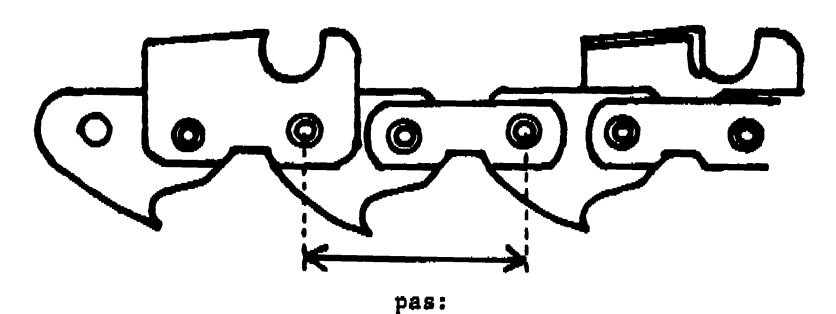
La dent à gouge:



Le travail de la dent à gouge:



le pas de la chaîne est donné en pouces (1 pouce = 1" = 25,4 mm).



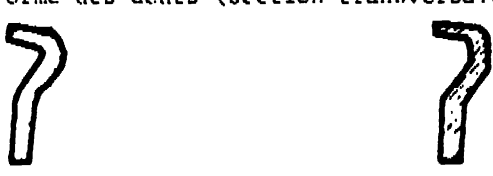
cette distance
divisée par 2

On mesure 10 maillons pour déterminer le pas. Les pas suivants sont actuellement disponibles:

½"	=	12,7 mm
7/16"	=	11,1 mm
0,404"	=	10,3 mm
3/8"	=	9,5 mm +)
0,354"	=	9,0 mm
0,325"	=	8,3 mm +)
1/4"	=	6,4 mm

+) ce sont les pas les plus courants actuellement.

Forme des dents (section transversale)



profil arrondi profil semi-angulaire profil angulaire

2.4.1 Outillage d'entretien des chaînes

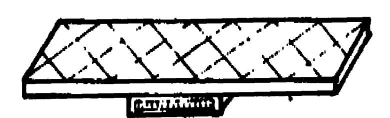
- limes à main



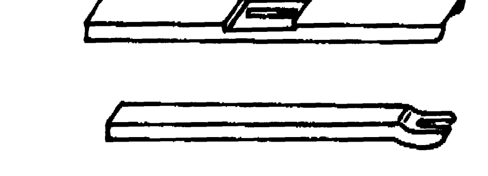




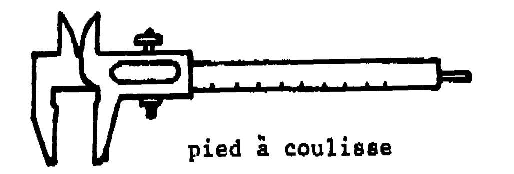
lime ronde lime plate



grille d'affûtage

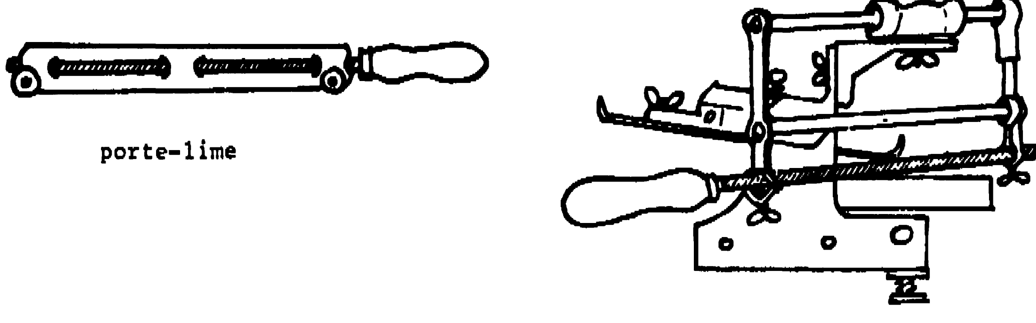


calibres de profondeur



pied à coulisse

- accessoires d'affûtage



porte-lime

affûteuse à main

- affûteuses électriques (employées surtout dans les ateliers d'entretien)

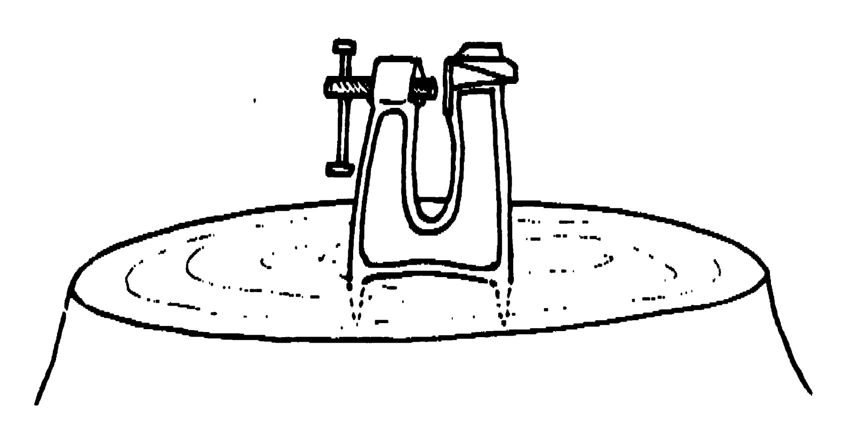
2.4.2 <u>Instructions pour l'entretien des chaînes à la main</u>

i) Préparation

Nettoyer la chaîne (jusqu'à ce qu'elle soit débarrassée de toute trace d'huile).

Fixer le guide-chaîne en position d'affûtage (presse, étau d'affûtage pour affûtage en forêt, trait de scie dans une souche, etc.).

Tendre la chaîne si besoin est afin que la dent à affûter ne glisse pas lors du passage de la lime.



étau d'affûtage pour affûtage en forêt

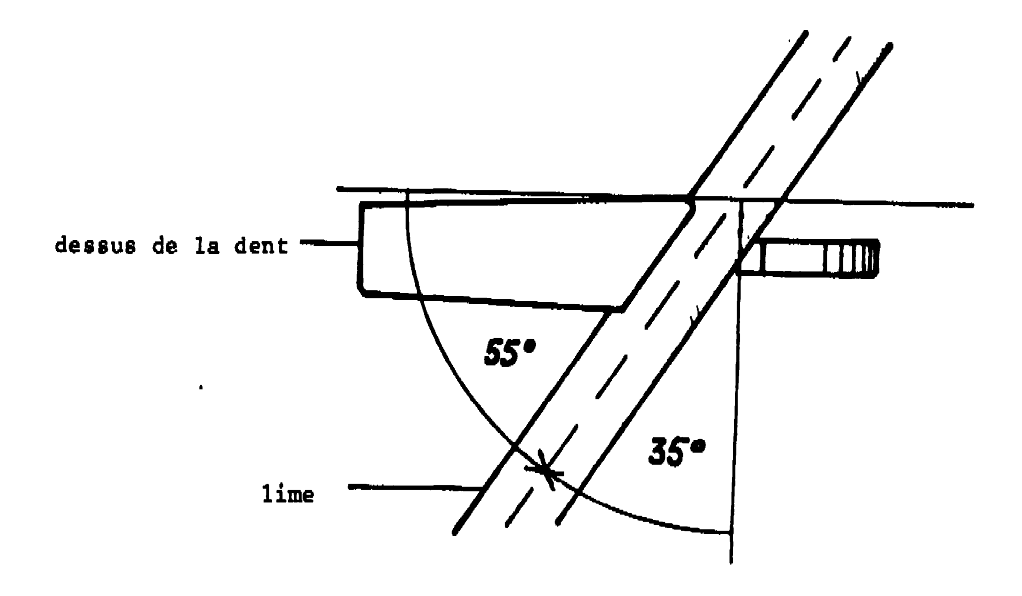
ii) Choix du diamètre correct de la lime
(dépend du pas de la chaîne, de la hauteur de la dent et de l'usure)

pas (en pouces)	diamètre de la lime (en pouces et mm)		
7/16"	1/4" (6,3 mm)	à partir de la moitié de la longueur de la dent	7/32" (5,5 mm)
0,404"	7/32" (5,5 mm)	dernier tiers de la longueur de la dent	3/16" (4,8 mm)
3/8"	7/32" (5,5 mm)	à partir de la moitié de la longueur de la dent	3/16" (4,8 mm)
0,325"	3/16" (4,8 mm)		
1/4"	5/32" (4,0 mm)	dernier tiers	1/8" (3,2 mm)

iii) Affûtage des biseaux: principal et latéral

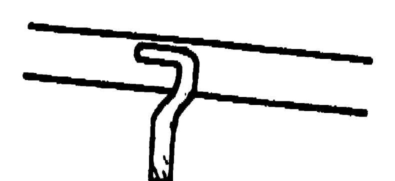
a) angle d'affûtage pour	conifères	bois feuillus, conifères gelés et bois sales
profil arrondi	55° (35°)	60° (30°)
profil semi-angulaire	55° (35°)	60° (30°)
profil angulaire	60° (30°)	60° (30°)

appareil auxiliaire - grille d'affûtage

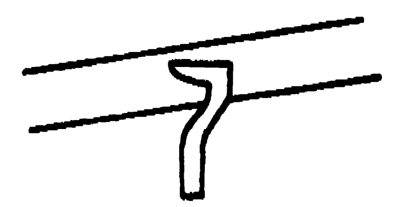


b) inclinaison de l'affûtage

lorsqu'on affûte des gouges à profil arrondi ou semi-angulaire la lime doit être parallèle au-dessus de la dent



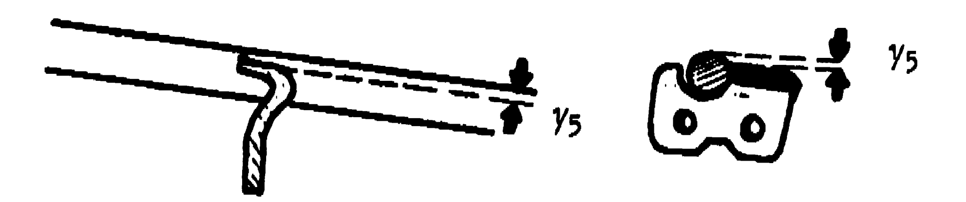
pour les dents à profil angulaire la lime doit être inclinée de 10° vers le haut



vérifier: le biseau principal doit être en ligne avec la lime

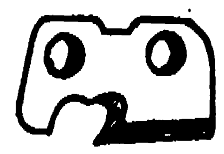
c) hauteur de l'affûtage

1/5 du diamètre de la lime doit dépasser au-dessus de la dent



vérifier: pour les gouges à profil arrondi, le biseau principal doit faire un angle droit avec le côté de la dent; pour les dents à profil semi-angulaire il doit s'en écarter de 5° et pour les dents à profil angulaire, de 10°.

affûtage incorrect:



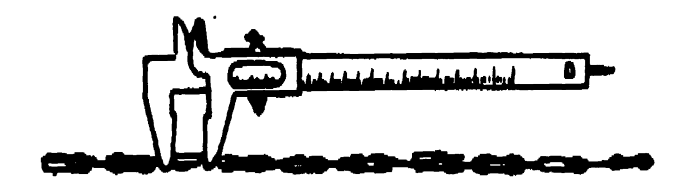
biseau latéral trop reculé, la lime était tenue trop haut



biseau latéral trop avancé, la lime était tenue trop bas

d) longueur des dents

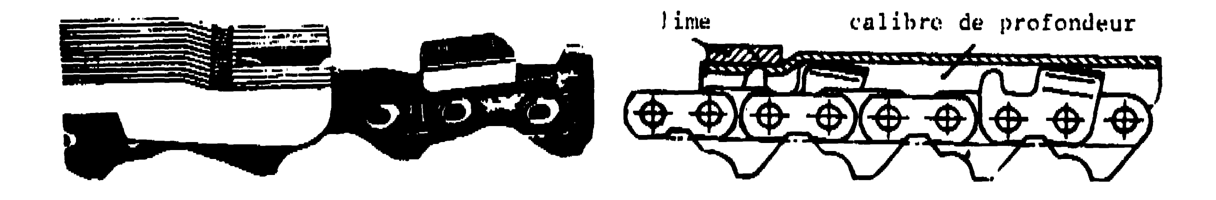
Toutes les dents doivent avoir la même longueur. Le pied à coulisse est réglé sur la longueur moyenne des dents les plus courtes.



Conséquence: Seules les dents d'égales longueurs ont des hauteurs égales et donc une force de coupe égale. Très souvent la longueur des dents de droite diffère de celle des dents de gauche de sorte que les surfaces du trait sont inégales et l'usure de la chaîne et du guide-chaîne ne se fait que d'un côté.

iv) Entretien des limiteurs de profondeur

Selon la puissance du moteur, la vitesse de la chaîne, la longueur du guide, l'espèce du bois et ses conditions, les limiteurs de profondeur doivent être de 0,5 à 1,0 mm plus bas que le biseau principal. La mise à niveau se fait avec une lime plate à l'aide d'un calibre de profondeur.



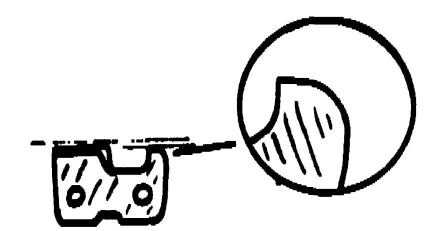
Calibre de profondeur ayant l'ouverture au milieu (garantit une hauteur exacte des limiteurs de profondeur)



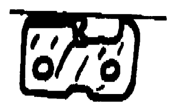
Les limiteurs de profondeur des scies légères ou de poids moyen sont de 0,65 mm en dessous du biseau principal; pour les scies lourdes cette mesure est de 0,75 mm. Ces chiffres sont réduits de 0,1 mm pour les bois durs ou gelés.

Si nécessaire, le devant du limiteur de profondeur est arrondi à la lime plate sans toutefois endommager la surface de glissement et le biseau principal.

forme correcte du limiteur de profondeur



formes incorrectes du limiteur de profondeur





surface de glissement trop basse, non de niveau et pas assez arrondie

Conséquences: Les limiteurs de profondeur qui ont été limés trop court permettent à la gouge de pénétrer trop profondément, ce qui fait sauter la chaîne. Les limiteurs de profondeur trop haut empêchent la gouge d'entrer suffisamment dans le bois: il faut augmenter la pression sur la scie, d'où une mauvaise coupe et une usure plus grande (l'usure de la gorge arrière de la dent est particulièrement importante). Les limiteurs de profondeur qui ne sont pas arrondis exercent un effet de freinage sur le fond du trait, augmentant ainsi le frottement et diminuant le résultat du sciage. L'usure de la gorge avant est trop grande.

2.4.3 <u>Entretien au moyen de guide-limes et d'affûteuses</u>

On les emploie selon les instructions propres à chacun de ces accessoires.

Remarques sur l'affûtage:

- Il est très important de maintenir le biseau en condition optimale. Ne pas travailler avec des biseaux émoussés.
- Utiliser les deux mains pour manier la lime, en exerçant une pression latérale modérée et en donnant un coup de lime droit vers l'avant.
- Tourner la lime n'améliore pas l'affûtage.
- Relever la lime en l'écartant de la surface affûtée avant de la reculer.
- Un affûtage à main gauche et à main droite donne des surfaces plus régulières.
- Une bonne vue et un étau d'affûtage à hauteur d'épaule facilitent l'affûtage.
- La longueur des dents et la hauteur des limiteurs de profondeur sont mesurées généralement au cours de l'inspection de la chaîne qui a lieu tous les cinq affûtages.

- La mise à hauteur des limiteurs de profondeur des chaînes de sécurité se fait avec un calibre ayant une ouverture plus large.

- Un biseau latéral légèrement en retrait entraîne un biseau principal un peu émoussé et donc plus résistant (ce qui est avantageux quand on coupe des bois sales).

Remarques générales:

- Affûter les chaînes neuves avant l'emploi, huiler abondamment (trempage, graissage additionnel) et les faire tourner à vitesse modérée. Il est très important de maintenir une tension correcte.

- Si la chaîne est trop longue ou si la chaîne casse ou enfin si certains maillons sont abîmés, il faut réparer au moyen de maillons de rechange.

  Equipement complémentaire: lime plate, nécessaire de réparation, chasse-rivet, étau. Les maillons de rechange doivent être ajustés selon l'état d'usure de la chaîne.

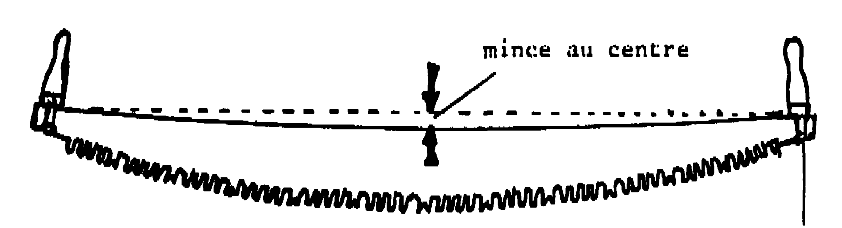
- Avant d'acheter une nouvelle chaîne, vérifier si le guide-chaîne et le galet d'entraînement s'adaptent l'un à l'autre. Les ordres d'achat doivent mentionner le type de chaîne, sa longueur (nombre de maillons entraîneurs), la voie et le pas. Il est parfois suffisant d'indiquer la marque de la scie, le modèle et la longueur du guide-chaîne.

3. SCIES PASSE-PARTOUT

3.1 Scies passe-partout à deux hommes

Ces scies sont maniées par deux ouvriers et utilisées pour abattre ou tronçonner des arbres ou des grumes d'un diamètre supérieur à 30 cm.

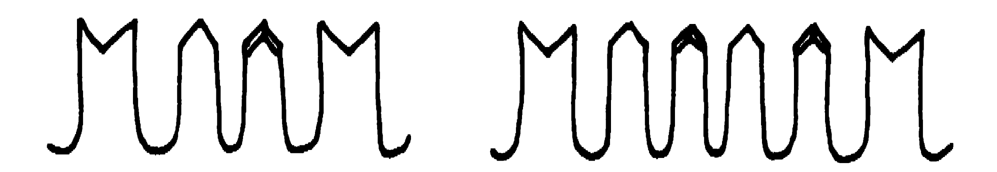
Pour abattre des arbres de grande dimension, la longueur de la scie doit être de 1,40 à 1,60 m et sa largeur au centre de 12 à 14 cm. Afin de pouvoir enfoncer des coins dans le trait, la scie doit être mince en son centre et épaisse à ses extrémités. Les manches doivent être amovibles afin de pouvoir retirer la lame même si les coins sont en place.



Il existe deux modèles de scies passe-partout:

a) deux dents traceuses pour chaque dent-rabot;

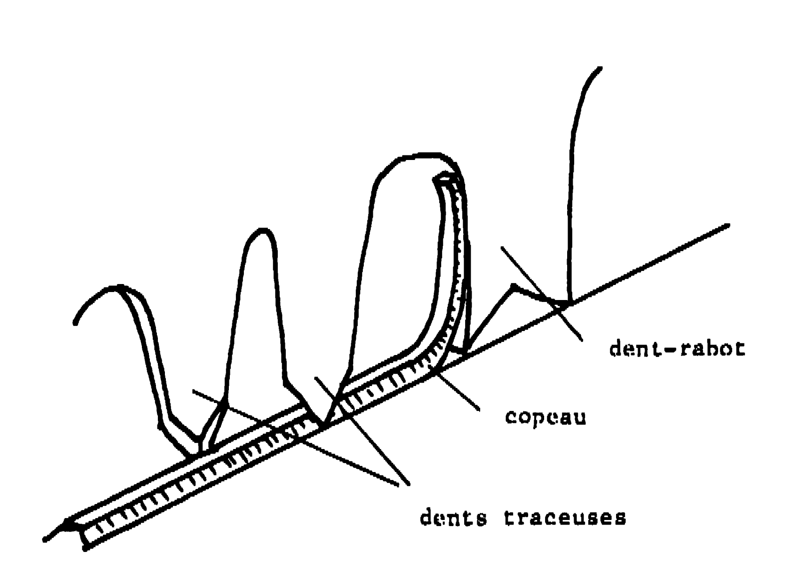
b) quatre dents traceuses pour chaque dent-rabot.



deux dents traceuses pour chaque dent-rabot

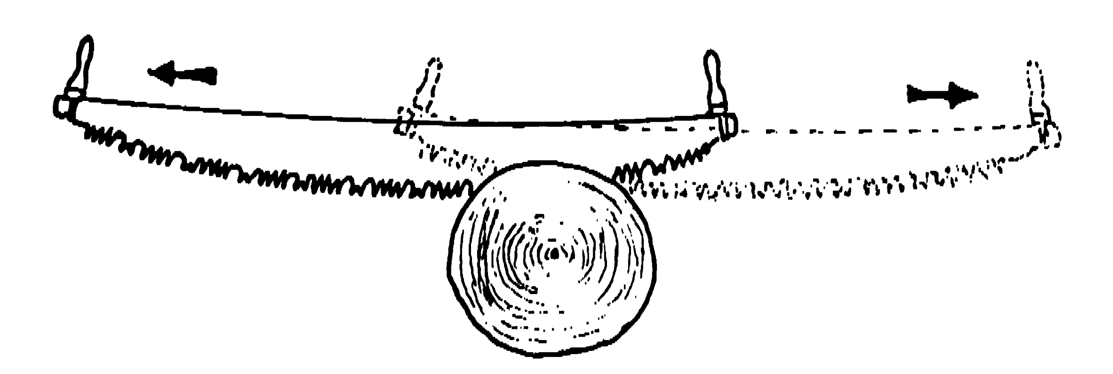
quatre dents traceuses pour chaque dent-rabot

Les dents traceuses coupent le bois latéralement alors que la dent-rabot le coupe au fond et enlève les copeaux du trait.



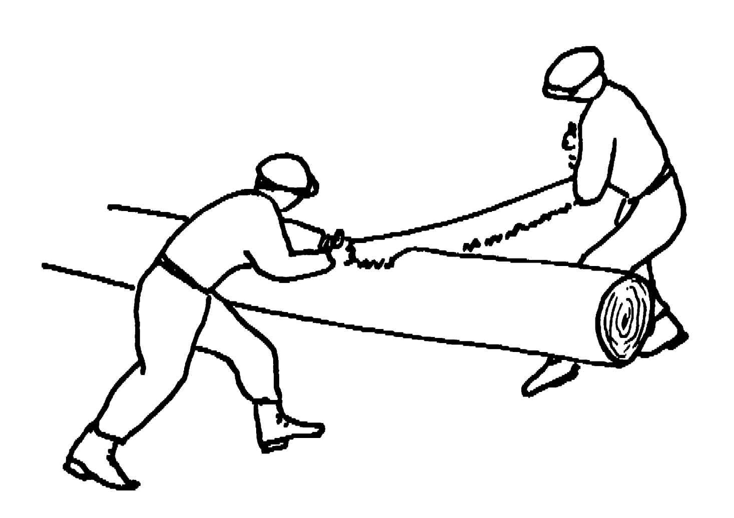
scie passe-partout au travail

L'efficacité de la scie passe-partout dépend de facteurs tels que la course de la lame, les techniques de sciage et la position du corps. La scie est maniée par des mouvements droits de traction et de poussée tout en exerçant une légère pression sur la lame vers le bas.

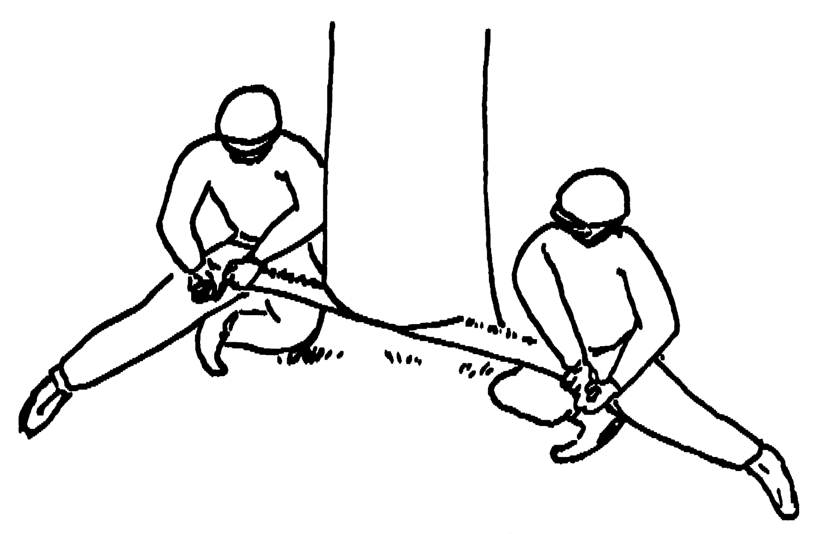


technique de travail avec la scie passe-partout

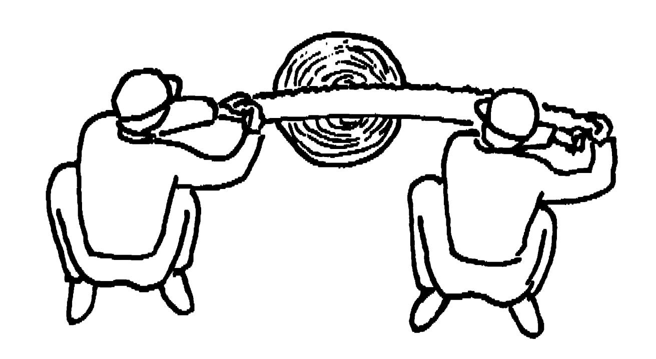
Afin d'éviter une fatigue trop rapide, la scie doit être maniée à deux mains et la position du corps doit être appropriée. Si on ne peut se tenir debout, il vaut mieux s'agenouiller (par exemple pour l'abattage en terrain plat).



position du corps pour tronçonner (grume soulevée)



position du corps pour l'abattage

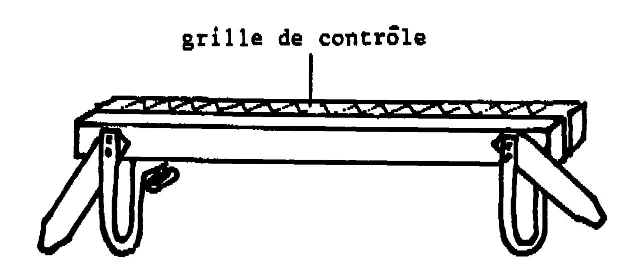


position du corps pour l'abattage

L'entretien des scies passe-partout nécessite l'emploi de l'équipement suivant:

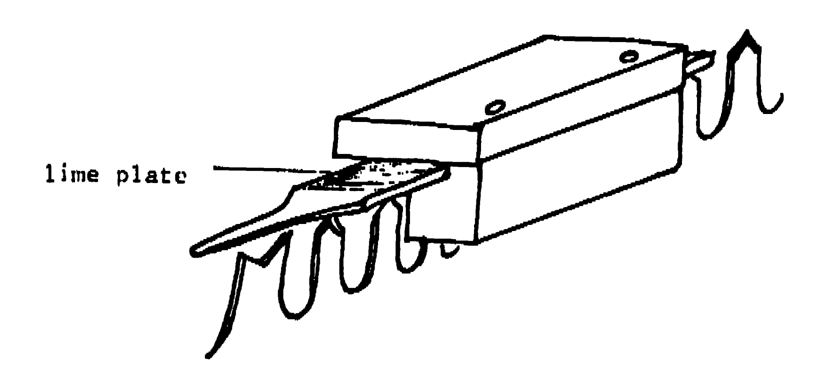
a) Etau d'affûtage à serrage instantané

Il laisse les deux mains libres pour affûter, bascule autour de son axe longitudinal et est équipé d'une grille de contrôle pour un affûtage précis.



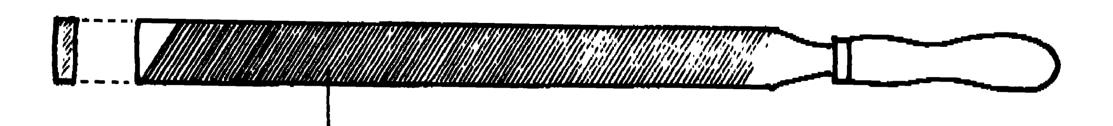
b) Egalisateur de dents

Une lime plate fixée dans l'égalisateur met les dents toutes à la même hauteur.



c) Lime plate

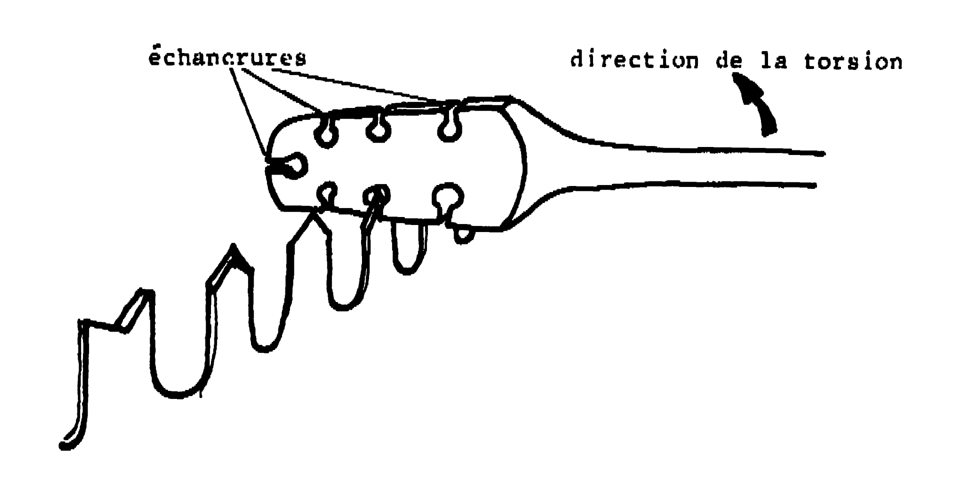
Les limes plates servant à l'affûtage des passe-partout doivent mesurer 20 cm de long et 2 cm de large. Elles doivent être fines (20 à 24 entailles au cm).



surface de la lime (noter l'inclinaison des entailles en direction du manche)

d) Tourne-à-gauche

Afin d'éviter que la lame n'avance par à-coups lors du sciage, on incline alternativement vers l'extérieur les dents traceuses, au moyen d'un tourne-à-gauche. Le tourne-à-gauche est pourvu d'échancrures de dimensions variées pour s'adapter aux différentes scies.

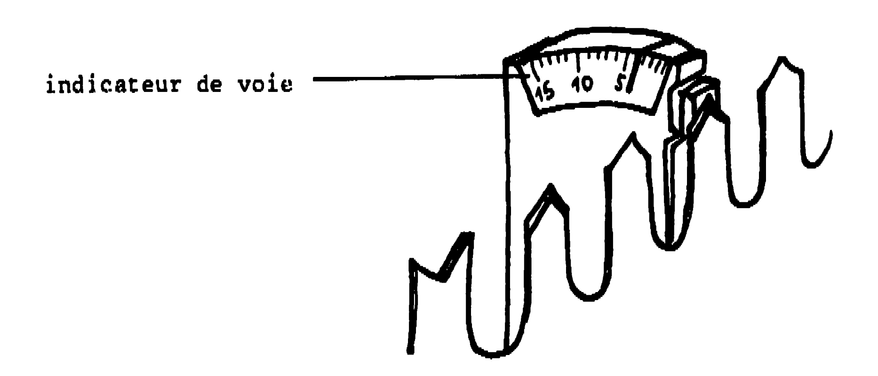


e) Indicateur de voie

Il est utilisé pour mesurer la voie des dents traceuses. L'avoyage est de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre; sa mesure doit donc être très précise et l'indicateur doit être appliqué fermement sur la lame.

avoyage pour conifères = 0,5 mm

pour feuillus = 0,4 mm

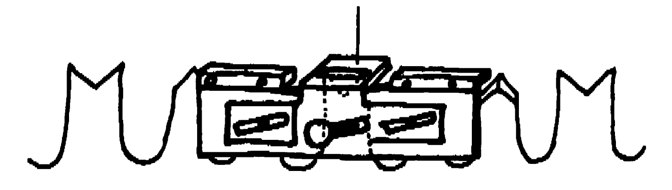


f) Calibre pour dents-rabots

Les dents-rabots doivent être plus courtes de quelques dixièmes de millimètre que les dents traceuses.

pour conifères 0,6 à 0,8 mm plus courtes

pour feuillus 0,4 à 0,6 mm plus courtes



Affûtage de la scie passe-partout:

i) serrer la lame dans l'étau;

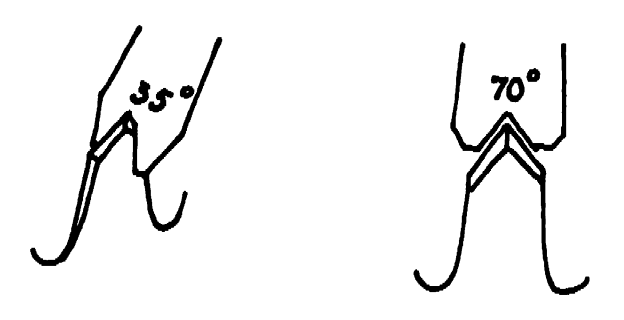
ii) égaliser la hauteur des dents au moyen de l'égalisateur jusqu'à ce que toutes les dents traceuses présentent une surface blanche au sommet;

iii) avoyer les dents traceuses et vérifier la voie. Cet avoyage doit se faire avant d'affûter les dents-rabots;

iv) affûter les dents traceuses au moyen d'une lime plate;

angle d'affûtage pour conifères et feuillus = 35°

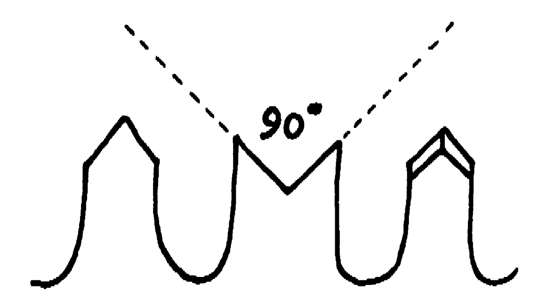
angle au sommet pour conifères et feuillus = 70°



angle d'affûtage angle au sommet

v) ébarber le plat des dents avec une lime fine ou une pierre à aiguiser;

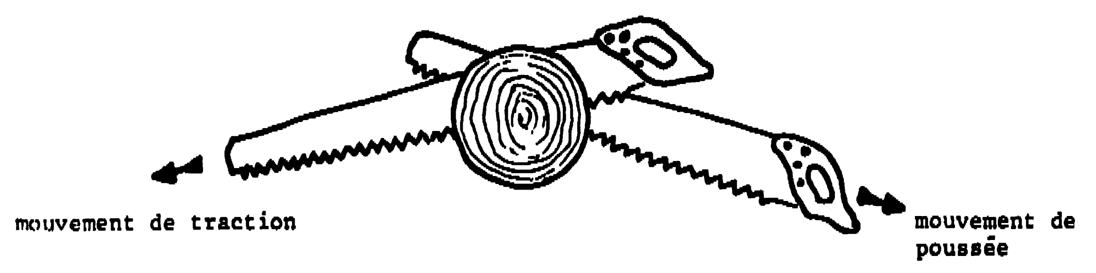
vi) diminuer la hauteur des dents-rabots au moyen du calibre spécial. L'angle intérieur de la dent-rabot doit être de 90°.



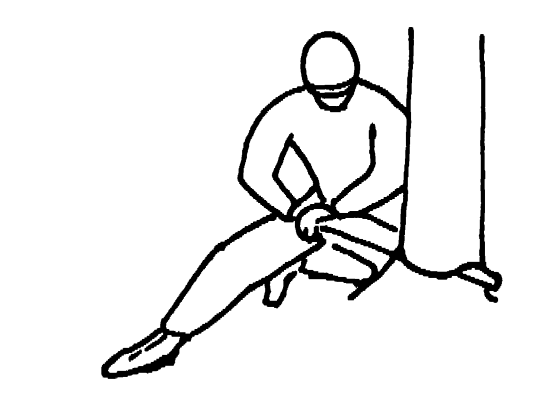
angle intérieur de la dent-rabot

3.2 Scie à un homme

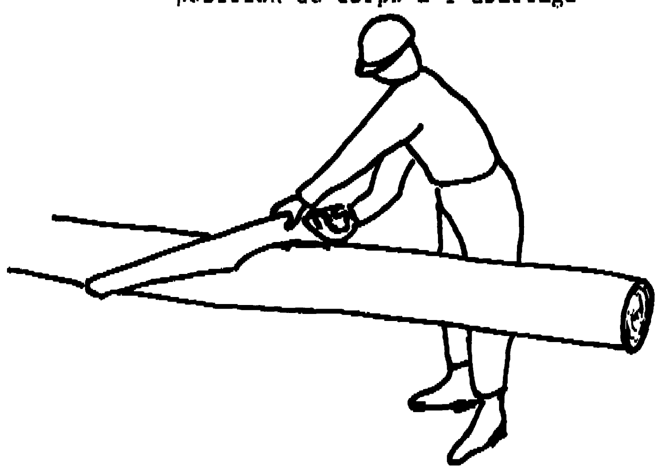
Elle est utilisée pour les bois d'un diamètre inférieur à 30 cm. La longueur de la lame peut atteindre 80 cm. Elle doit avoir des dents triangulaires. Aussi bien en poussant qu'en tirant, la lame doit rester en contact avec le bois. Lors des mouvements de traction, le manche doit être poussé vers le bas et lors des poussées le devant de la lame est incliné vers le bas. Ces mouvements donnent les meilleurs résultats et facilitent le travail des dents.



Au cours du travail, une main sert à tenir le manche tandis que l'autre main sert à appuyer sur le dos de la lame.



position du corps à l'abattage



position du corps au tronçonnage

Affûtage de la scie à un homme:

Se fait dans le même ordre que pour les passe-partout.

INTRODUCTION AUX EQUIPEMENTS DE CABLAGE UTILISES EN EXPLOITATION FORESTIERE

par

Rudolf Meyr

Forstliche Bundesversuchsanstalt 1/

Les équipements employés pour l'exploitation forestière par câbles se divisent en téléfériques et câbles-grues.

1. TELEFERIQUES

La plupart du temps semi-stationnaires, les téléfériques peuvent également êtres fixes, si nécessaire. Ils permettent le transport du bois, et dans une certaine mesure celui d'autres produits, entre deux points fixes, la station de chargement et celle de déchargement. Dans certaines conditions d'autres stations intermédiaires peuvent être ajoutées, mais le chargement ou le déchargement ne peuvent se faire en dehors des stations. Par conséquent, les téléfériques conviennent particulièrement à l'exploitation de plateaux inaccessibles ou de certains terrains où le chargement le long du parcours n'est pas nécessaire. Le bois devant être transporté par le téléférique doit être amené à la station de chargement par d'autres moyens.

Certains modèles de téléfériques peuvent fonctionner par gravité (c'est-à-dire sans moteur) à condition que le câble porteur ait l'inclinaison minimale nécessaire (par exemple les types 3.1.1; 3.1.2; 3.1.2.B). D'autres exécutent le transport vers le bas par gravité mais utilisent un moteur pour remonter le chariot (par exemple le type 3.1.2.A). Enfin il existe des systèmes qui nécessitent un moteur pour toutes les opérations. Cela est également le cas de n'importe quel type de transport vers le haut, de transport le long de parcours où la pente du câble porteur est insuffisante, ainsi que dans le cas de contre-pentes.

Etant donné que l'ouverture des forêts se fait de plus en plus par la construction de routes forestières, l'importance des téléfériques pour l'exploitation des forêts de montagne soumises à un aménagement intense a considérablement diminué. Ils ne sont plus utilisés, aujourd'hui, que dans des cas particuliers. Le temps nécessaire et les coûts élevés de l'installation et du démontage sont la cause de leur déclin dans les pays où les salaires sont élevés et la main-d'oeuvre rare. Dans les régions où le niveau des salaires est peu élevé et la main-d'oeuvre suffisante, ainsi que dans les forêts difficilement accessibles aux véhicules, des considérations techniques ou économiques peuvent justifier, encore aujourd'hui, l'emploi de téléfériques pour l'exploitation du bois.

2. CABLES-GRUES

Les câbles-grues sont des dispositifs d'exploitation qui, en raison de leur conception et de leur construction, peuvent être facilement transportés, installés ou démontés. Ils peuvent servir pour transporter le bois soit vers le haut, soit vers le bas, le chargement ou le déchargement pouvant se faire à n'importe quel point souhaité du parcours du câble. De plus, un tirage latéral direct au moyen du câble tracteur (jusqu'à une distance d'environ 50 m de chaque côté du câble porteur) est possible, aussi bien à la descente qu'à la remontée. Par conséquent, un câble-grue permet un enlèvement continu du bois d'une coupe. L'exploitation au moyen des câbles-grues ne cause que le minimum de dommages au sol et au peuplement; il est donc recommandé de les employer de préférence au traînage dans le cas de pentes critiques.

Seuls les câbles-grues dont le câble porteur a une pente suffisante peuvent utiliser la gravité (sans moteur) pour le transport vers le bas. Pour toutes les autres opérations, y compris le traînage des charges jusqu'au chariot, il est nécessaire de disposer d'un moteur. Par conséquent, tous les câbles-grues doivent être équipés d'un moteur suffisamment puissant.

1/ Institut de recherches forestières, Vienne.

Selon leur emploi, les câbles-grues peuvent se diviser en deux groupes:

Les câbles à courte distance sont employés pour des distances jusqu'à 500 m aussi bien pour l'exploitation vers le haut que vers le bas. Le temps nécessaire pour le montage et le démontage est relativement court, avec un câble porteur assez bas, des supports simples et des méthodes de haubanage efficace. Le temps d'installation ne représente que de 15 à 20 pour cent du temps total d'exploitation. On applique surtout le transport de fûts entiers selon la méthode de la "tête soulevée", c'est-à-dire que les fûts sont élingués à l'une de leur extrémité et soulevés ainsi. L'autre bout traîne sur le sol. De lourdes charges de bois peuvent ainsi être amenées depuis la coupe jusqu'au bord de la route.

Les câbles à longue distance sont employés en Europe centrale pour des parcours entre 500 et 1 500 m, surtout pour le transport vers le bas. Le bois doit être soulevé au-dessus du sol pour un fonctionnement aisé du matériel; le câble porteur doit donc être placé haut par rapport au sol. Dans ces conditions, l'installation n'est pas aussi simple que celle des câbles à courte distance et prend plus de temps. Elle représente de 40 à 50 pour cent du temps total d'exploitation.

La charge maximum pouvant être transportée est limitée par la capacité de charge du câble porteur. En Europe centrale on utilise le plus souvent des équipements ayant une capacité de 2,5 tonnes.

3. CLASSIFICATION ET DESCRIPTION DES TELEFERIQUES ET CABLES-GRUES LES PLUS IMPORTANTS UTILISES EN EXPLOITATION FORESTIERE

3.1 Téléfériques

3.1.1 A fil métallique suspendu

Description:

1 fil porteur (fil métallique simple ou câblé en acier)
Nombreux types de crochets pour suspendre la charge (crochets en bois, crochets simples ou montés sur poulies, etc.)
Descente par gravité exclusivement
Direction du transport: vers le bas de la pente seulement
Inclinaison minimale du fil porteur: environ 18 pour cent
Longueur maximum du fil porteur: environ 1 200 m
Production: dépend de la longueur de la ligne
Utilisation: exploitation d'assortiments de 1 m de long, écorce, etc., jusqu'à un poids de 50 kg.

3.1.2 Téléfériques pendulaires

A. Téléfériques pendulaires à une voie

- Avec câble tracteur à extrémités libres

Description:

1 câble porteur
1 câble tracteur à extrémités libres
1 chariot (attaché au câble tracteur)
1 treuil
Position du treuil: dans la montagne
Direction du transport: surtout vers le bas, possible vers le haut
Inclinaison minimale du câble porteur: environ 20 pour cent
Longueur maximale du câble porteur: jusqu'à 1 500 m en théorie, n'est pas conseillée au-delà de 1 000 m
Production: dépend de la longueur du tracé

- Avec câble tracteur sans fin

Description:

1 câble porteur
1 câble tracteur sans fin
1 chariot (attaché au câble tracteur)
1 treuil avec tambour à gorge parabolique
Position du treuil: sur le dépôt à bord de route
Direction du transport: vers le bas surtout, possible vers le haut
Opération: indépendante de l'inclinaison du câble porteur (possible sur terrain plat ou à contre-pente)
Longueur maximale du câble porteur: environ 2 500 m en théorie, n'est pas conseillée au-delà de 1 500 m
Production: dépend de la longueur du tracé

- Téléférique à chariots multiples (variante du précédent)

Description:

1 câble porteur
1 câble tracteur sans fin
Plusieurs chariots (5 environ) détachables du câble tracteur
1 treuil avec tambour à gorge parabolique
Production: dépend de la longueur du tracé. Donne de meilleurs résultats que dans le type précédent en raison du nombre de chariots; une longueur du câble porteur jusqu'à 2 500 m est possible. Toutes les autres caractéristiques semblables au type précédent.

B. Téléfériques pendulaires à deux voies

Description:

2 câbles porteurs
1 câble tracteur sans fin
2 chariots (attachés au câble tracteur)
1 installation de freinage (fonctionnement par gravité) ou
1 treuil (fonctionnement au moteur)

- Fonctionnement par gravité

Position de l'installation de freinage: dans la montagne
Direction du transport: vers le bas
Inclinaison minimale du câble porteur: environ 20 pour cent
Longueur maximale du câble porteur: environ 2 500 m en théorie, n'est pas conseillée au-delà de 2 000 m
Production: dépend de la longueur du câble porteur

- Fonctionnement au moteur

Position du treuil: dans la montagne ou dans la vallée
Direction du transport: surtout vers le bas, possible vers le haut
Opération: indépendante de l'inclinaison du câble porteur (on a la possibilité d'opérer sur terrain plat ou à contre-pente)
Longueur maximale du câble porteur: 2 500 m environ en théorie, non conseillée au-delà de 2 000 m
Production: dépend de la longueur du câble porteur

3.1.3 Câble circulaire

Description:

2 câbles porteurs
1 câble tracteur sans fin
Nombreux chariots, détachables (leur nombre dépend de la longueur du câble porteur)
1 installation de freinage (fonctionnement par gravité)
1 treuil (fonctionnement au moteur)

- Fonctionnant par gravité

Position de l'installation de freinage: dans la montagne
Direction du transport: vers le bas
Inclinaison minimale du câble porteur: environ 15 pour cent
Longueur maximale du câble porteur: techniquement sans limite, peut atteindre plusieurs kilomètres (plus le tracé est long, plus le nombre de chariots peut être élevé)

- Fonctionnant au moteur

Position du treuil: dans la montagne ou dans la vallée
Direction du transport: surtout vers le bas, possible vers le haut
Opération: indépendante de l'inclinaison du câble porteur (peut opérer également sur terrain plat ou à contre-pente)
Autres caractéristiques: semblables à celles du type fonctionnant par gravité

3.1.4 Câble-lasso (Forme spéciale)
(câble sans fin comme dans les télésièges)

Description:

1 câble sans fin mobile
Un certain nombre de poulies (pour guider le câble selon les changements de pente du tracé)
Un certain nombre de crochets détachables: de forme spéciale (pour attacher les charges au câble)
Un treuil muni d'un dispositif tendeur du câble
Position du treuil: près de la route (dépôt)
Opération: sur des pentes allant jusqu'à 35 pour cent
Longueur du câble: jusqu'à 2 000 m
Chargement et déchargement: tout au long du câble sans fin (câble à environ 1 ou 2 m au-dessus du sol)
Production: indépendante de la longueur du câble (plus le câble est long, plus on peut y attacher de charges)
Utilisations: débardage d'assortiments de 1 m de long et d'un poids maximal de 80 kg avec un seul point de suspension, ou d'assortiments de 4 m de long au maximum, d'un poids maximal de 500 kg et deux points de suspension

3.2 Câbles-grues

3.2.1 A longue distance

(Dans la plupart des cas les charges sont suspendues et le câble porteur doit être situé haut au-dessus du sol)

- <u>Avec câble tracteur à extrémités libres</u>

Description:

1 câble porteur
1 câble tracteur à extrémités libres
1 chariot (avec ou sans dispositif de blocage)
1 treuil (à moteur, sur traîneau)
Position du treuil: dans la montagne
Direction du transport: surtout vers le bas, possible vers le haut
Inclinaison minimale du câble porteur: environ 20 pour cent
Longueur maximale du câble porteur: de 2 000 à 2 500 m en théorie, n'est pas conseillée au-delà de 1 500 m
Production: indépendante de la longueur du tracé

- <u>Avec câble tracteur sans fin</u>

Description:

1 câble porteur
1 câble tracteur sans fin
(1 câble de levage sur divers modèles de chariots)
1 chariot (avec ou sans dispositif de blocage)
1 treuil (muni d'un tambour parabolique)
Position du treuil: de préférence sur le dépôt près de la route
Direction du transport: dans les deux sens
Opération: indépendante de l'inclinaison du câble porteur (peut opérer sur terrain plat et à contre-pente)
Longueur maximale du câble porteur: environ 2 500 m en théorie, en pratique ne pas dépasser 1 500 m
Production: dépend de la longueur du tracé

3.2.2 <u>A courte distance</u>

(Débardage de charges demi-soulevées et câble porteur près du sol)

- <u>Avec câble porteur et câble tracteur à extrémités libres</u>

Description:

1 câble porteur
1 câble tracteur à extrémités libres
1 chariot (la plupart du temps muni d'un dispositif de levage)
2 dispositifs de blocage
1 treuil (sur traîneau à moteur, ou treuil automoteur; également treuil monté sur tracteur)
Position du treuil: dans la montagne près de la route (dépôt)
Direction du transport: vers le haut seulement
Inclinaison minimale du câble porteur: environ 30 pour cent
Longueur maximale du câble porteur: environ 300 m
Production: dépend de la longueur du tracé

- Avec câble porteur, câble tracteur et câble de retour

Description:

1 câble porteur
1 câble tracteur à extrémités libres
1 câble de retour à extrémités libres
1 câble de levage selon les différents modèles de chariots
1 chariot (avec ou sans dispositif de blocage)
1 treuil avec deux tambours; la plupart du temps associé à un mât de 6 à 12 m et un système de tension du câble porteur, monté sur un camion ou un Unimog (Unité de câble-grue mobile)
Position du treuil: toujours près de la route (dépôt)
Direction du transport: surtout vers le haut, possible vers le bas
Opération: indépendante de l'inclinaison du câble porteur
Longueur maximale du câble porteur: environ 500 m
Production: dépend de la longueur du câble porteur

3.2.3 Système à câble tracteur relevé (high-lead)

(Opérant sur courte distance sans câble porteur: surtout transport du bois en position demi-soulevée)

Description:

1 câble tracteur à extrémités libres
1 câble de retour à extrémités libres
(1 câble de levage selon les différents modèles de chariots)
1 chariot simple
1 treuil à deux tambours (unité indépendante ou montée sur tracteur)
1 mât pour soulever le câble tracteur et le câble de retour, généralement monté sur le treuil ou sur le tracteur
Position du treuil: toujours près de la route (dépôt)
Direction du transport: surtout vers le haut, possible vers le bas
Opération: indépendante de la pente
Longueur maximum: environ 250 m
Production: dépend de la longueur du câble
Remarque: le câble de retour fait fonction de câble porteur



Unité de câblage Urus-Unimog en place sur route, prête à remonter des grumes
(Photo: Institut fédéral de recherches forestières)

INSTRUCTIONS DE TRAVAIL POUR LES INSTALLATIONS DE CABLES-GRUES EN AUTRICHE

par

Anton Trzesniowski

Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach 1/

1. INTRODUCTION

La pratique forestière, la réglementation légale existante, et surtout l'expérience acquise lors de l'inspection des installations de câbles-grues ont été réunies pour constituer un ensemble d'instructions de travail.

2. DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES LEGALES POUR LES INSTALLATIONS DE CABLES-GRUES EN AUTRICHE

2.1 Journal Officiel des lois fédérales N° 440/1975 Loi forestière, Partie 5: Section exploitation forestière 58 à 66.

2.2 Journal Officiel des lois fédérales N° 43/1977, Section 27: Réglementation pour la protection des personnes salariées.

2.3 Journal Officiel des lois fédérales N° 46/1969, Section 5: Loi provinciale régissant les routes d'exploitation forestière et des téléfériques, 1969.

2.4 Journal Officiel des lois fédérales N° 2/1971, 2ème Réglementation du gouvernement provincial du ler décembre 1970, Z1, Agriculture - 155/3/1970, concernant la sécurité dans l'utilisation des installations d'exploitations forestières et la prévention de tous les dangers que comportent ces installations.

2.5 Réglementations régissant les installations électriques en Autriche

L1/1956 Lignes à basse tension
L11/1967 Lignes à haute tension

en ce qui concerne les distances à observer à partir des lignes électriques et lors de leur croisement, prendre contact avec la société locale d'électricité (propriétaire des lignes) afin de prendre les mesures de sécurité nécessaires.

2.6 Télécommunications: avant d'utiliser des moyens radio ou téléphoniques, le bureau local des télécommunications doit être informé.

2.7 Ministère fédéral des transports (Service de l'aviation civile): en accord avec le Journal Officiel des lois fédérales N° 253/1957, une demande (un original et six copies) accompagnée des descriptions techniques doit être déposée pour toute installation située à plus de 100 m au-dessus du sol.

2.8 Lorsque la hauteur du câble ou des supports dépasse 36 m, le gouvernement provincial doit être informé (Département 19).

2.9 Dans tous les autres cas pour lesquels les installations de câbles-grues peuvent gêner les intérêts publics (mines, routes, installations militaires), ou, en cas de doute, se renseigner auprès des autorités locales.

3. PRESCIPTIONS TECHNIQUES

Pour les installations de câbles-grues soumises à un agrément officiel, une demande doit être adressée au bureau du gouverneur de district, accompagnée de deux copies au moins des documents suivants:

1/ Centre de formation professionnelle forestière d'Ossiach, Autriche.

3.1 Carte du tracé du câble-grue prévu (échelle: 1:2 880 ou voisine).

3.2 Profil en long de l'installation avec emplacements des supports, flèche du câble à vide et sous charge, hauteurs minimum et maximum du câble au-dessus du sol, lieux de chargement, angles de déflexion du câble porteur et autres données importantes.

3.3 Description technique de toute l'installation, particulièrement de celle de force motrice, du système de freinage - si possible en donnant des détails techniques caractéristiques; joindre tout prospectus, notice d'entretien ou dessins.

Indiquer les distances jusqu'aux voies de chemin de fer, lignes électriques, lignes téléphoniques, routes publiques ou autres, propriétés de tiers, rivières, torrents, ainsi que les croisements ou traversées des précédents et les dépôts de grumes en bordure des torrents, etc.

3.4 Certificats (délivrés par le fabricant des câbles) spécifiant, pour le câble porteur et pour le câble tracteur, le diamètre, le nombre et la résistance des fils, les forces de rupture et le nom du fabricant. Le calcul des charges que devra supporter le câble sera décrit sur la base des conditions réelles du câble; celui de l'angle de la tangente avec l'horizontale ou celui de l'angle de rupture le seront sur la base de la tension du câble.

3.5 Liste de tous les propriétaires avoisinant l'installation, ainsi que les numéraux cadastraux de leurs parcelles et, si nécessaire, une autorisation des propriétaires.

3.6 Instructions de travail pour l'installation du câble-grue garantissant pleinement son fonctionnement et son entretien en toute sécurité et sans accident.

3.7 Pour les installations dépassant 100 m au-dessus du sol, on appliquera le point 1.5 de la réglementation légale.

3.8 Lorsque la hauteur du câble ou des supports au-dessus du sol dépasse 36 mètres, il faut informer le gouvernement provincial de la position exacte de l'installation (carte du tracé montrant la situation et les points les plus élevés). La hauteur maximum des arbres le long du tracé doit être également indiquée.

4. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES COMPLEMENTAIRES

(Conformément au point 1.2 des prescriptions légales)

4.1 Le câble porteur ainsi que la source d'énergie doivent être convenablement mis à la terre (c'est-à-dire en utilisant un paratonnerre ou en reliant un câble galvanisé à l'extrémité du câble porteur et en l'enterrant dans le sol parallèlement au câble - environ 30 cm de profondeur et sur une distance de 15 à 20 m).

4.2 Une plaque portant le nom du fabricant doit être fixée sur le treuil, avec les informations suivantes: type de treuil, année de construction, force maximum de traction, capacité maximum et diamètre du câble.

Un extincteur approprié doit être disponible.

4.3 Lorsque l'installation croise une route publique, un signal d'avertissement doit être placé de chaque côté, à une distance d'au moins 50 m et portant "Attention, câble-grue". Dans certains cas, il faut installer des barrières qui ne sont ouvertes que lorsque le câble-grue ne fonctionne pas.

4.4 Lorsque l'installation de câble-grue passe sur des zones ouvertes au trafic public, et qu'il y ait danger de voir les grumes transportées dévaler, ces zones doivent être protégées par des barrières. Dans la mesure du possible, les câbles-grues ne doivent pas être installés au voisinage du trafic public (lignes de chemins de fer, routes publiques soumises à un trafic intense, etc.).

4.5 Tout moteur ou partie mobile de la machine (pignons, chaînes ou courroies en V, axes, freins à air, etc.) doivent être soigneusement enfermés ou proprement protégés contre tout contact accidentel. Lorsque le moteur est enfermé, les freins à air doivent être disposés à l'extérieur de celui-ci. La plate-forme du treuil et les autres emplacements de travail situés à plus d'un mètre au-dessus du niveau du sol doivent comporter des chemins de passage munis de garde-fous. Les dispositifs de sécurité doivent être maintenus en bonnes conditions de travail.

4.6 L'installation doit être vérifiée entièrement par un inspecteur technique. Le compte rendu officiel de cette inspection doit être conservé.

5. INSTRUCTIONS DE TRAVAIL

Pour le câble-grue ....
tracé .... N°
exploité par ....

5.1 Le câble-grue doit être utilisé exclusivement pour le transport du bois ou d'autres matériaux. Le transport de personnes est interdit.

5.2 L'officier forestier directement responsable de la surveillance de l'exploitation de ce câble-grue est M. .... (Bureau du district).

5.3 M. .... est responsable du fonctionnement correct du câble-grue. Ses consignes doivent être appliquées en toutes circonstances. De plus, une personne doit être responsable pour chacun des emplacements de travail séparés, tels que station supérieure, station intermédiaire et station inférieure.

5.4 Toute personne prenant part à l'installation ou au fonctionnement de câbles-grues doit avoir une connaissance complète des instructions de travail avant le montage et le fonctionnement du câble. Elle doit certifier de cette connaissance par sa signature et la date. Toutes les personnes doivent recevoir une copie de ces instructions de travail.

5.5 La charge maximum par voyage est de ..... m3 ou kg (charge utile). (Ces valeurs ne doivent en aucun cas être dépassées étant donné que le coefficient de sécurité qui est de 5 doit être observé pour le câble porteur.)

5.6 La vitesse de transport ne doit pas dépasser ..... m/sec soit environ ..... minutes pour le voyage de la charge. (Les freins à air assurent une vitesse constante de la charge.)

5.7 Les treuils doivent être installés et fixés de façon à ne pas changer de position ou se renverser sous la charge ou en toute autre circonstance. (A une distance d'au moins 20 fois la largeur du tambour, il faut fixer solidement une poulie destinée à assurer l'enroulement continu du câble tracteur sur le tambour.) Il est interdit de guider ou de toucher avec les mains les câbles en mouvement.

5.8 Le fonctionnement du câble ne doit commencer qu'après que les différentes stations aient été informées et qu'un moyen de communication fiable ait été installé (la signalisation visuelle n'est permise que pour de petites installations disposées de façon dégagée et ne dépassant pas une longueur totale de 100 m. Dans tous les autres cas un téléphone ou un système radio est nécessaire.)

5.9 La signalisation doit se faire de la façon suivante:

————————	STOPPER LE CABLE DE TRACTION = un son long (ou signal lumineux)
—— ——	RELACHER LE CABLE = deux sons courts (ou signal lumineux)
—— —— ——	TIRER LE CABLE = trois sons courts (ou signal lumineux)

(Lorsqu'on utilise la radio ou le téléphone, ces signaux doivent figurer sur les appareils.) Tous les signaux doivent être expliqués par le surveillant responsable qui doit en faire la démonstration. Ils doivent faire l'objet d'essais pratiques avant le début des opérations.

5.10 Au cours du fonctionnement, le conducteur du treuil ne doit pas quitter son poste de travail (freinage).

5.11 Lorsque la charge est attachée au moyen de chokers, ceux-ci doivent être ajustés de façon sûre. La charge ne doit pas pouvoir se détacher en quelque circonstance que ce soit.

5.12 Lorsqu'une charge est prête pour le transport, les freins doivent être relâchés lentement; de même, il faut freiner doucement pour arrêter (un freinage par à-coups ou un départ brusque peuvent provoquer le décrochage de la charge). Lorsque l'opération est terminée, toutes les précautions de sécurité doivent être prises et le chariot bloqué de telle façon que les personnes non autorisées ne puissent mettre le câble-grue en mouvement.

5.13 Le transport doit être interrompu immédiatement dans chacun des cas suivants:

- lorsque le signal stop est donné
- si le téléphone ou la radio sont en panne
- dans le cas de brouillard épais si on utilise les signaux visuels
- si un obstacle imprévu se présente sur le tracé
- en cas de vent fort ou d'orage
- si le câble tracteur s'embrouille avec le câble porteur.

5.14 Le surveillant responsable doit s'assurer que les approvisionnements en lubrifiants, outillage et pièces de rechange nécessaires sont suffisants.

5.15 Toutes les inspections, incidents et réparations doivent être inscrits sur un cahier spécial.

5.16 Les ouvriers doivent se tenir à distance des câbles en mouvement sur le sol. (Si des câbles sous-tension sont accrochés par un obstacle, ils peuvent se libérer de façon soudaine et fouetter.) Les ouvriers doivent s'écarter du câble porteur et se tenir en dehors de la zone dangereuse lorsque la charge est en mouvement.

5.17 Les ouvriers doivent se tenir en dehors des boucles des câbles et loin de la charge attachée.

5.18 A chacune des stations, une trousse de premier secours doit être disponible et les instructions de travail ainsi que le code de signalisation doivent être affichés et pouvoir être lus par tout le monde.

Les panneaux suivants doivent être placés à chacune des stations:

- Attention, installation de cablâge!
- Charge maximum ..... kg!
- Accès interdit aux personnes non autorisées!
- Transport de personnes interdit!

5.19 La quantité de carburant emmagasinée près du treuil ne doit pas dépasser la consommation journalière.

5.20 Le travail avec les câbles n'est autorisé qu'avec le port de gants de travail et de casques de sécurité. De plus, il faut veiller à assurer une protection adéquate de l'ouïe (tampons à oreilles ou protège-oreilles, cabines insonorisées).

5.21 Dans les constructions en bois, les boulons et tire-fond doivent être resserrés et les haubans vérifiés régulièrement.

5.22 Les personnes qui sont handicapées physiquement de quelque façon que ce soit ou qui sont sujettes au vertige ne sont pas autorisées à grimper aux supports ou aux arbres servant de support. Les grimpeurs doivent être équipés de ceintures de sécurité approuvées officiellement et munies de deux chaînes ou câbles. /‾Il est plus pratique d'utiliser les chaînes de sécurité plutôt que les câbles. Les chaînes s'ajustent mieux aux différents diamètres des arbres et ne sont pas endommagées par les outils coupants employés au cours de l'installation._7

5.23 Le graissage et l'entretien des treuils et moteurs doivent être effectués chaque jour selon les instructions du constructeur.

5.24 Tout le travail d'entretien, de réparation, d'inspection ou autre, destiné à maintenir l'installation de câble-grue en bon état ne doit être effectué qu'après l'arrêt des opérations. (Dans ce cas un avis doit être affiché près du treuil signalant: "Attention! Hommes au travail sur l'installation! Ne pas mettre en marche!")

5.25 Les freins doivent être maintenus en bonne condition de façon à pouvoir arrêter toute l'installation en marche. Les garnitures de freins doivent être changées dès qu'elles présentent des signes d'usure.

5.26 Le chariot doit être vérifié ainsi que les dispositifs de sécurité afin de garantir un fonctionnement approprié de façon régulière. De plus l'attache du câble de traction au crochet soutenant la charge doit être vérifiée chaque jour et remplacée si nécessaire.

5.27 Avant toute nouvelle installation, les câbles porteur et tracteur doivent être vérifiés: défauts, noeuds, fils cassés, usure anormale. Si on observe des dégâts quelconques, il faut procéder immédiatement aux réparations. Si les fils externes sont usés à plus de 50 pour cent de leur diamètre, le câble doit être remplacé.

5.28 La tension maximum à appliquer au câble porteur doit être telle que sa capacité de charge soit un tiers de la charge effective de rupture.

5.29 De temps à autre, le câble porteur et le câble tracteur doivent être traités au moyen d'un lubrifiant neutre (pour le câble tracteur, utiliser du vernis à câble).

5.30 Toutes les piles de bois doivent être disposées et étayées de façon à éviter tout éboulement ou tout glissement ou roulement des grumes.

ATTESTATION 1/

Les instructions de travail ci-dessus ont été portées à l'attention de:

- -

Le surveillant de l'installation:

- -

Les ouvriers participant aux opérations:

Ces personnes certifient par leur signature qu'elles ont été pleinement informées des instructions de travail et qu'elles les ont parfaitement comprises.

1/ Cette déclaration revêtue des signatures doit être conservée jusqu'à ce que l'installation ait été démontée.

EXEMPLE DE SIGNALISATION VISUELLE

A	B	C	
TIRER LE CABLE	RELACHER LE CABLE	ARRET	ARRETER LE MOTEUR, COMMUNICATIO VERBALE NECESSAIRE
Elever le bras	Agiter les bras baissés en direction du câble	Agiter la main au-dessus de la tête	Bras croisés au-dessus de la tête

EXEMPLES DE SIGNALISATION (SONORE OU LUMINEUSE)

1. Un signal = STOP
2. Deux signaux = RELACHER LE CABLE
3. Trois signaux = TIRER LE CABLE

Tout signal non compris signifie "STOP".



Arbre servant de support intermédiaire dans une opération de câble-grue
(Photo: E. Pestal)

INSTRUCTIONS DE TRAVAIL POUR LES CONDUCTEURS DE TRACTEURS A ROUES ET DE TREUILS DE TIRAGE AU SOL

par

Anton Trzesnowski

Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach 1/

1. INTRODUCTION

Ces instructions pour la conduite de machines forestières ont été établies afin d'éviter certains dangers supplémentaires grâce à davantage de connaissances. Par véhicules de débardage, nous entendons les débardeurs à roues et les tracteurs agricoles munis d'accessoires de débardage.

2. GENERALITES

Avant de commencer toute opération, et chaque fois que cela sera nécessaire, l'employeur et les ouvriers doivent décider quelles méthodes d'abattage et de débardage sont les plus sûres compte tenu des conditions particulières du chantier.

Les machines, outils et équipements doivent être fournis en bonnes conditions de travail.

L'agent de supervision (forestier de district) est responsable de la surveillance générale des opérations. De plus, un ouvrier est désigné pour superviser chacun des différents lieux de travail (abattage, débardage, tronçonnage).

Tous les travailleurs engagés dans l'opération doivent confirmer par leur signature qu'ils ont bien reçu les consignes de travail du bureau principal de l'entreprise forestière. De plus, un représentant officiel (superviseur, forestier) a la responsabilité de donner des instructions de travail complémentaires chaque fois que cela est nécessaire.

3. REGLES GENERALES POUR L'ABATTAGE ET LE DEBARDACE

Lorsque des arbres sont abattus, à l'intérieur de l'aire d'abattage (cercle de rayon égal à 1,5 fois la hauteur de l'arbre) aussi bien l'ébranchage que le débardage sont interdits. De même, l'abattage est interdit à l'intérieur de cette surface pendant l'ébranchage et le débardage.

Au cours de débardage vers le haut ou vers le bas, l'abattage, l'ébranchage et le tronçonnage sont interdits dans les limites de la ligne d'abattage.

Par principe, l'abattage est effectué par un seul ouvrier (opération d'un seul homme) et personne n'est autorisé à se tenir dans les limites de travail de la scie à chaîne en fonctionnement. Si dans certains cas spéciaux un autre ouvrier est nécessaire pour placer les coins, la scie à chaîne doit être arrêtée pendant ce travail.

En cas d'orage, de verglas ou de brouillard épais, l'abattage et le débardage doivent être arrêtés.

4. REGLES POUR L'EXPLOITATION FORESTIERE

a) Emplacement des opérations. L'emplacement des opérations doit être marqué par des signaux d'avertissement et de défense d'entrer prévus par la loi forestière.

1/ Centre de formation professionnelle forestière d'Ossiach, Autriche.

Toutes les piles de grumes doivent être disposées et soutenues de façon à éviter tout effondrement ou tout glissement et roulement des grumes.

M ....(nom du conducteur autorisé) doit être responsable de la conduite correcte et de l'entretien de la machine. Le conducteur devra porter un casque de sécurité ainsi que des tampons ou des protège-oreilles. Des gants de travail et de solides chaussures sont fortement recommandés.

Avant de commencer le travail, toute personne engagée dans la conduite de machines (y compris tout type de travail tel qu'abattage, débardage ou tronçonnage) doit être informée des instructions de travail. En cas d'urgence, il est particulièrement important que toutes les personnes participant aux opérations soient capables de démarrer ou d'arrêter les machines. Elles doivent attester par leur signature qu'elles ont bien compris les instructions de travail.

b) Entretien de la machine. Au cours du nettoyage ou de l'entretien de la machine, toutes les précautions doivent être prises pour éviter que celle-ci soit mise en route accidentellement ou par une personne non autorisée. Toute intervention sur la machine ne doit avoir lieu que moteur arrêté. Le graissage et l'entretien doivent intervenir sur tous les points indiqués par le constructeur sur le manuel d'instructions. Il faut veiller à ce qu'il y ait suffisamment de lubrifiant, que les outils appropriés pour l'entretien, et que les pièces de rechange éventuellement nécessaires soient disponibles. En aucun cas les outils ne doivent rester posés sur la machine; ils doivent être enfermés ou fixés sur elle. Un extincteur doit être disponible à tout moment.

c) Câble tracteur et chokers. Le câble tracteur ainsi que les chokers doivent être vérifiés régulièrement pour rechercher les défauts, noeuds, fils coupés et usure excessive et pour s'assurer qu'ils sont attachés correctement. Les dégâts doivent être réparés immédiatement. Les câbles défectueux ne doivent jamais être utilisés. Le câble de tirage et les chokers ne doivent jamais être traînés à vide derrière le tracteur.

d) Chaînes antidérapantes. Par principe, les chaînes antidérapantes doivent être montées et tendues correctement sur toutes les roues selon le règlement. Les chaînes doivent être utilisées dans tous les cas sauf dans les conditions particulièrement favorables.

e) Equipement de premier secours. Un équipement de premiers secours ainsi qu'un manuel de premier secours doivent toujours se trouver à portée de la main. Les bandes et gazes doivent être tenues stériles.

f) Charge maximum. La charge maximum dépend des conditions locales, c'est-à-dire terrain, temps, surface du sol, résistance du câble de tirage, capacité du treuil, type d'accessoires, etc.

Lorsque la charge est attachée, les élingues doivent être serrées. La charge ne doit pas pouvoir se détacher en quelque circonstance que ce soit. Lors du débardage en descente, la grume la plus lourde doit être fixée au premier choker.

g) Treuillage d'une charge. Le treuillage d'une charge vers le tracteur débardeur ne doit commencer qu'après un échange de signaux clairs. Toute signalisation, visuelle ou acoustique, doit avoir fait l'objet d'un accord préalable avant toute opération.

Avant d'être tirée directement, la charge doit être approchée du treuil aussi près que possible du tracteur de façon à ce que les bouts avant des grumes soient soulevés.

Lorsque la charge est treuillée latéralement, il faut éviter des angles trop fermés et l'essieu arrière du tracteur doit être perpendiculaire au câble. Le bouclier de débardage peut être utilisé comme aide complémentaire. Personne ne doit se tenir dans l'angle formé par le câble en tension.

Le conducteur ne doit pas quitter le tracteur pendant l'opération de treuillage. Tout système de commande à distance doit être muni d'un interrupteur d'urgence.

Il est interdit de guider ou de toucher avec les mains un câble en mouvement.

Lors de débardage en descente, le tracteur doit faire un angle avec la ligne d'abattage. Le câble doit pouvoir se dérouler facilement.

h) Conduite du tracteur débardeur. Le tracteur ne doit être mis en route qu'après que les aides ont quitté la zone dangereuse. Les ouvriers doivent se tenir à bonne distance du câble en mouvement et de la charge qui y est attachée. (Les risques comprennent les oscillations, le fouettage, le roulement des grumes, parmi bien d'autres.) Aucun ouvrier ne doit se tenir à l'intérieur de la flèche du câble.

Le tracteur doit être mis en route lentement et doucement (afin d'éviter une rupture du câble ou des chokers).

Au cours du trajet hors route, il faut toujours choisir la vitesse appropriée, surtout pour le débardage en descente. L'effet de frein de la lame doit être pris en considération. Il faut maintenir une vitesse modérée et éviter l'abus du freinage. Lorsque le tracteur à roues circule sur un terrain très inégal, la remorque ou la charge peuvent se détacher.

Il faut alors faire très attention - si nécessaire, relâcher le frein du treuil.

En reculant, le conducteur doit regarder en arrière.

A la fin du travail, le bouclier de débardage doit être abaissé jusqu'au sol, la machine mise en petite vitesse, le frein serré; toutes les précautions doivent être prises pour éviter que le moteur puisse être mis en marche par des personnes non autorisées.

La clé de contact doit être fermée.

5. INSTRUCTIONS SPECIALES POUR LES TREUILS INDEPENDANTS AU SOL OU MONTES SUR TRACTEUR

L'opérateur du treuil ne doit pas se tenir du côté où le câble s'enroule sur le tambour.

Les poulies de renvoi doivent être fixées solidement.

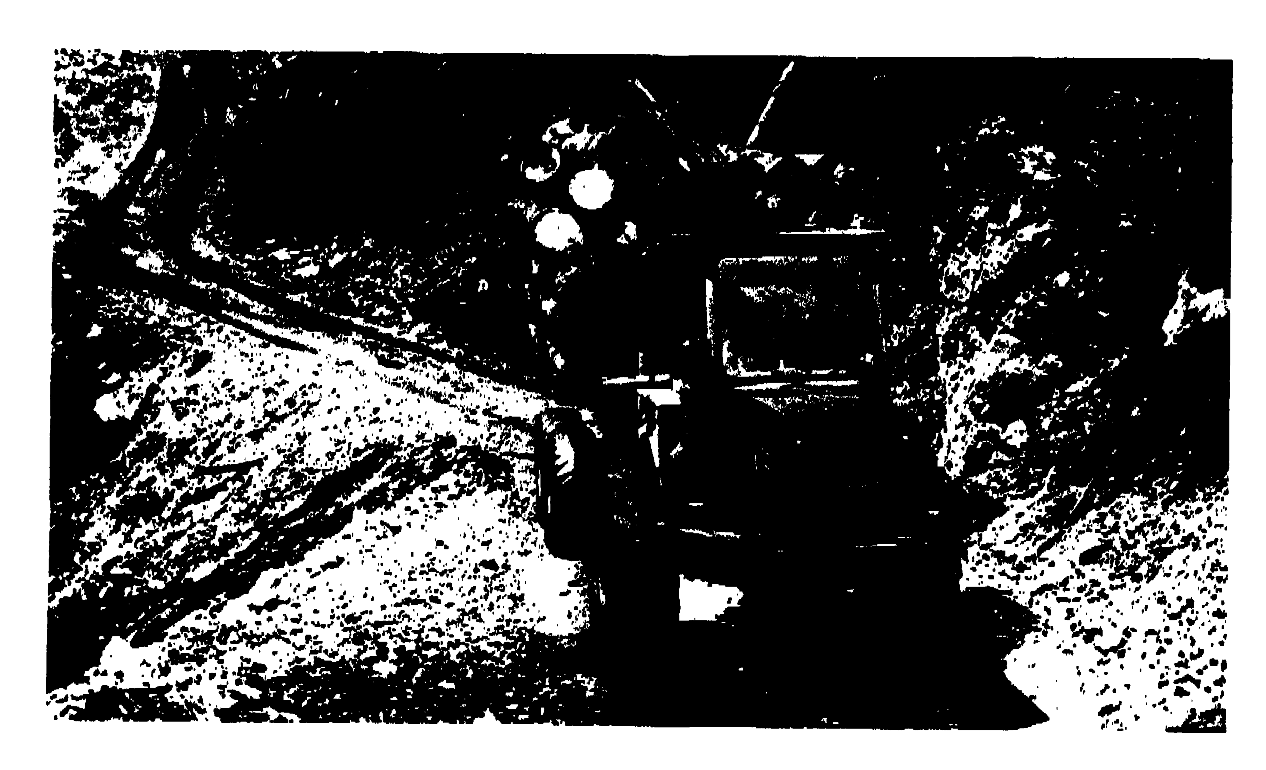
Avant de travailler sous les lignes électriques, il faut obtenir de la compagnie d'électricité locale une autorisation, et prendre toutes les mesures de sécurité exigées.

Avant de travailler avec un treuil monté sur tracteur, il faut prendre toutes les précautions pour éviter que le tracteur ne glisse ou ne recule.

6. INSTRUCTIONS SPECIALES POUR LES DEBARDEURS ARTICULES A ROUES ET POUR LES TRACTEURS A ROUES

Il est important de s'assurer que les grilles de sécurité et que la cabine elle-même sont assez résistantes.

Il faut prendre un soin particulier lorsqu'on fait virer le véhicule sur une pente car il peut se retourner. Il peut être extrêmement utile d'employer le câble pour ancrer le véhicule, ou d'abaisser la lame.



Les tracteurs porteurs ont été utilisés avec succès dans les zones de chablis ou pour le transport de petites quantités de bois dans les forêts des fermes (Photo: E. Pestal)



Le MB-Trac fait l'intermédiaire entre le tracteur agricole et le débardeur. Son équipement de câblage et sa cabine confortable pour deux personnes le rendent de plus en plus populaire (Photo: E. Pestal)

NORMES APPLICABLES AUX TRACTEURS A ROUES UTILISES DANS LES TRAVAUX FORESTIERS

par

Anton Trzesniowski

Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach 1/

Afin d'alléger un travail manuel pénible, particulièrement dans la récolte du bois, le génie forestier cherche à utiliser les machines et les véhicules dans toutes les opérations en forêt, partout où cela est possible. Le travail accompli par les conducteurs et par les machines, ainsi que leur efficacité, dépendent essentiellement à la fois du niveau de formation professionnelle du personnel et du degré de mécanisation de l'entreprise forestière.

Plus l'entreprise forestière est importante, plus il est aisé de mécaniser les opérations en forêt. Dans tous les cas, il est essentiel de choisir le modèle correct des machines et de les équiper avec tous les accessoires nécessaires pour qu'elles puissent répondre aux exigences particulières de chaque entreprise.

Environ 60 pour cent de toutes les opérations de débardage en Autriche sont faits au moyen de tracteurs à roues ayant quatre roues motrices, vraies ou fausses (on dit que les quatre roues motrices sont fausses quand les roues avant sont plus petites que les roues arrière). Vingt pour cent de ces tracteurs ont quatre roues motrices réelles et sont munis d'une direction Ackermann; 20 pour cent sont des tracteurs débardeurs articulés.

A. NORMES DE SECURITE POUR LES TRACTEURS FORESTIERS UTILISES EN MONTAGNE

La plupart des tracteurs forestiers, y compris les débardeurs à quatre roues motrices et châssis articulé, ainsi que les tracteurs à quatre roues motrices réelles et à direction Ackermann, sont conçus pour une utilisation sur terrain plat ou ondulé. Par conséquent, si le tracteur doit être utilisé en montagne, il faut, par mesure de sécurité, lui ajouter certains équipements, ou tout au moins renforcer certains éléments du véhicule.

1. Cabine du conducteur

Quoique certains modèles de tracteurs ne soient pas équipés d'une véritable cabine, les éléments de sécurité décrits ci-dessous sont nécessaires pour protéger le conducteur:

a) Il doit y avoir une grille de protection derrière le siège du conducteur. Elle doit être constituée de barres de fer d'au moins 15 à 20 mm d'épaisseur et se prolonger vers l'avant pour protéger le conducteur, mais en même temps lui permettre un accès facile à son siège.

b) Le toit de la cabine doit être suffisamment robuste, ou être renforcé pour présenter une protection appropriée contre les perforations ou si le véhicule se retourne.

c) La cabine doit être convenablement rembourrée au moyen de matériaux amortissant le bruit, mousse de caoutchouc; le système d'échappement doit également amortir convenablement le bruit et être muni d'un pare-étincelles. Le niveau du bruit à l'intérieur de la cabine ne doit pas dépasser 85 décibels (norme en Autriche).

d) Le siège du conducteur doit être conçu de façon ergonomique afin d'éviter au conducteur de glisser dans tous les sens lorsqu'il est assis. Le siège doit épouser la forme du corps et avoir un haut dossier. De plus, il faut prévoir, si possible, des accoudoirs latéraux pouvant se relever. Des poignées doivent être fixées de chaque côté du conducteur pour que celui-ci puisse s'y retenir si le véhicule se retourne.

1/ Centre de formation professionnelle forestière d'Ossiach, Autriche.

Jusqu'à présent, l'opinion est encore divisée sur l'utilité des ceintures de sécurité. Aussi longtemps que celles-ci ne feront pas partie de l'équipement standard, on ne pourra pas acquérir d'expérience pratique.

e) Un pare-brise équipé d'essuie-glace a démontré un gros avantage, particulièrement en hiver. Une ventilation convenable ainsi qu'un système de rafraîchissement se sont montrés aussi importants en été qu'un bon chauffage en hiver.

f) Un avertisseur sonore puissant doit être prévu, de même qu'un contact à clé et un interrupteur général.

g) A l'intérieur de la cabine, tout doit être fixé de façon sûre (batterie, caisse à outils, trousse de premiers soins, pièces de rechange) de manière à rester en place si le véhicule se retourne.

La trousse de premiers-secours doit être fixée sur le panneau arrière, à l'intérieur, alors que l'outillage doit être monté à l'extérieur.

2. Conduite - direction - freinage

a) Le système hydraulique de la direction doit être indépendant des autres circuits hydrauliques et doit permettre une direction uniforme à toutes les vitesses. Un volant est préférable pour les longs parcours sur route alors que les leviers sont préférables pour la conduite en tout-terrain.

b) Le système de direction articulé doit se composer de deux cylindres afin de pouvoir fonctionner dans toutes les situations.

c) Une transmission automatique procure une plus grande manoeuvrabilité et une plus grande sécurité du tracteur.

d) Un double circuit de freinage présente un grand avantage et les freins à disques procurent un meilleur freinage.

e) Les conducteurs expérimentés insistent pour avoir un blocage des différentiels aussi bien à l'avant qu'à l'arrière car cela augmente la sécurité du tracteur.

f) Un frein à main efficace est indispensable, aussi bien sur route que pour les opérations à un seul homme.

3. Treuil - câble de traction - bouclier arrière

a) Afin de faire face aux situations d'urgence, il faut pouvoir relâcher ou débrayer mécaniquement les treuils à commande hydraulique dans le cas où le moteur s'arrête brusquement.

b) L'extrémité du câble doit être fixée sur le tambour de façon à pouvoir se dégager facilement en cas d'urgence.

c) L'arête inférieure du bouclier arrière doit être suffisamment résistante pour protéger efficacement l'essieu arrière et le pont contre un choc éventuel par une grume. Le bouclier doit s'étendre sur les deux tiers de la largeur des roues arrière. Ces "garde-boue" doivent être renforcés par des nervures latérales du côté des roues et doivent se prolonger vers l'extérieur de manière à former une sorte d'entonnoir destiné à guider les grumes attachées. La partie supérieure des "garde-boue" ainsi que le reste du bouclier doivent être pourvus d'une forte grille servant de déflecteur et suffisamment haute pour empêcher les grumes de glisser vers l'avant.

d) Les boucliers arrière à commande hydraulique ayant une arête inférieure dentée conviennent mieux aux terrains montagneux car ils peuvent empêcher les grumes de glisser sous le véhicule - situation très redoutée. De plus, en cas de freinage d'urgence, l'abaissement du bouclier arrière assure un freinage additionnel plus efficace que celui de la lame frontale.

4. Roues et chaînes antidérapantes

a) Les valves des pneus doivent être protégées par des pièces de métal suffisamment fortes et soudées à la jante. Le profil des pneus doit assurer l'évacuation de la neige et de la boue.

b) Pour augmenter leur adhérence, les pneus doivent être gonflés à l'eau (en hiver il faut naturellement ajouter de l'antigel). Lorsque la charge sur les essieux n'est pas uniforme (centre de gravité trop haut), il convient de gonfler à l'eau les pneus de l'essieu le moins chargé (généralement l'essieu arrière).

c) Les chaînes antidérapantes doivent être convenablement montées (pas trop lâches mais pas trop serrées); elles ne doivent pas heurter le tracteur.

5. Equipement pour les parcours sur routes publiques

Pour circuler sur routes publiques le tracteur doit être pourvu à l'avant comme à l'arrière d'indicateurs de direction lumineux, faciles à monter, de deux phares à l'avant et de feux arrière. La plaque d'immatriculation doit être fixée à la hauteur réglementaire et doit être équipée d'éclairage et de cataphotes. Le tracteur doit être pourvu d'un avertisseur et d'un frein à main. Des feux de détresse peuvent être très utiles.

6. Equipement facultatif

a) Un petit treuil à moteur (3,5 CV, avec environ 100 m de câble de 8 mm) est très utile pour tirer le câble de traction vers le haut - ce travail fait à la main est incommode - lorsque le débardage se fait vers le bas sur terrain non accessible au tracteur.

b) Un grappin complet avec poulie-guide et câble auxiliaire devrait être disponible pour chaque tracteur car nécessaire pour remettre le véhicule sur ses roues lorsqu'il s'est retourné.

7. Equipement spécial pour le conducteur

Le casque courant pour les ouvriers forestiers, muni d'un jugulaire et de protège-oreilles est le meilleur casque de sécurité. Les gants de travail sont absolument nécessaires au conducteur. Il doit avoir des chaussures à semelles antidérapantes. Il doit pouvoir disposer de vêtements de travail convenant à tous les temps. De plus ces vêtements doivent éviter au conducteur d'être accroché par des obstacles.

B. NORMES DE SECURITE POUR LES TRACTEURS AGRICOLES UTILISES DANS LES TRAVAUX FORESTIERS

Une formation convenable du conducteur et un moteur capable d'effectuer des travaux forestiers sont les conditions préalables à tout emploi des tracteurs agricoles en forêt.

En ce qui concerne le conducteur, il faut souligner qu'une formation spéciale et des vêtements de travail adaptés sont des facteurs décisifs pour la sécurité et l'efficacité. Un bon casque de protection, des vêtements de travail et des chaussures à semelles antidérapantes sont nécessaires. En ce qui concerne le tracteur, les conditions sont les suivantes:

a) Il doit être muni d'une structure de protection. C'est une nécessité absolue pour les travaux forestiers et elle est exigée par la loi dans de nombreux pays. Une cabine pourvue de chauffage et de ventilation, conçue spécialement pour le travail en forêt et insonorisée de façon à garantir un niveau maximum de bruit de 85 décibels, est souhaitable.

b) Les écarteurs de branches et une protection antérieure ne sont pas des équipements courants sur les tracteurs agricoles; toutefois, ils sont nécessaires pour protéger le tuyau d'échappement (qui ne doit pas dépasser la structure de protection) et le pare-brise, et renforcent la structure.

c) Les pneus doivent avoir un bon profil permettant l'évacuation de la neige et de la boue et assurant une adhérence optimum.

d) Pour le travail sur les pentes et en hiver, des chaînes antidérapantes doivent être montées sur les quatre roues. Il faut prendre soin de monter les chaînes de manière à ce qu'elles ne soient ni trop serrées ni trop lâches, et que les matériaux qui s'accrochent à la bande de roulement soient évacués immédiatement.

e) Les charges de lestage et les pneus doivent être remplis d'eau afin d'augmenter l'adhérence du véhicule.

f) Les valves de tous les pneus doivent être protégées afin d'éviter des réparations superflues.

g) Les freins doivent être maintenus en parfait état de fonctionnement et doivent agir uniformément sur les quatre roues.

h) Toutes les lampes de signalisation y compris les feux arrière doivent être protégés par des grilles afin d'éviter les frais de réparation trop fréquents.

i) Il faut monter par-dessous des tôles protectrices pour les essieux, le moteur, la pompe à huile, les canalisations de freins et les filtres. Le bloc moteur doit également être protégé latéralement.

j) Une direction assistée et une poignée manivelle sur le volant sont recommandées car elles facilitent la conduite tout-terrain et en forêt.

k) Le tracteur doit être équipé d'un système hydraulique permettant un montage facile des équipements (treuils, arrière-train, remorques, lames de niveleuses, machines de reboisement).

Il est indispensable que le conducteur vérifie le fonctionnement de tous les organes du tracteur à intervalles réguliers et qu'il procède immédiatement aux travaux d'entretien nécessaires.

RECOLTE MECANISEE DU BOIS ET PENETRATION OPTIMUM DES FORETS

par

Felix Auböck

Bau und Maschinenhof, Steinkogl
Österreichische Bundesforste 1/

1. INTRODUCTION

L'emploi rationnel de la technologie dépend de la manière dont une entreprise est gérée. Il est donc nécessaire de discuter les deux systèmes opérationnels utilisés le plus communément par l'Entreprise fédérale forestière en Autriche: le système du propriétaire et le système du sous-traitant.

Dans le système du propriétaire (faire-valoir direct) le propriétaire - soit l'Etat, soit le particulier - gère la forêt lui-même. Il emploie des gérants et des ouvriers pour effectuer l'exploitation, diriger la production forestière et construire les routes au sein de l'entreprise. Vingt ans d'une expérience parfois ardue ont démontré que l'organisation suivante était la plus efficace: l'entreprise forestière gérée directement par le propriétaire est divisée en unité territoriale d'opérations et une unité technique. L'unité territoriale est appelée administration forestière (Forstverwaltung). Elle est chargée de tout le travail devant être effectué localement sans équipement technologique particulier. Le personnel administratif planifie tout le travail de gestion concernant les finances et la technologie du travail et effectue les opérations suivantes: plantations, entretien, éclaircies, récolte, c'est-à-dire abattage et débardage à la main ou avec un tracteur agricole, et récolte des arbres cassés par la neige, chablis ou arbres à éliminer pour raison sanitaire. Les ouvriers peuvent être recrutés localement et n'ont pas besoin d'une formation spéciale. L'entretien et les réparations sont si simples qu'ils peuvent être faits par les garages et ateliers locaux.

Pour des techniques plus compliquées, les administrations doivent avoir recours aux unités techniques, qui sont les Centres de constructions et de machines dans le cas de l'Entreprise forestière fédérale autrichienne, ou à des sous-traitants privés. Certains travaux très spécialisés dépassent les compétences des administrations forestières et, de plus, les machines des centres ne peuvent travailler à pleine capacité que pour un minimum de 10 à 20 administrations. Le Centre de constructions et de machines est responsable de travaux très spécialisés qui exigent une expertise technique ainsi qu'une grande expérience de la planification et de grandes compétences.

Les Centres ont pour tâche de planifier et de construire les réseaux de routes, les ponts et autres installations servant à la pénétration des forêts; les machines des Centres qui en partie sont conçues et construites dans leurs propres ateliers sont employées pour l'exploitation forestière hautement mécanisée dans les forêts des administrations. Le personnel technique et celui de gestion de ces Centres doivent être formés spécialement et il existe des ateliers centraux et des installations pour l'entretien et la réparation des machines forestières. De plus, les Centres ont leur propre personnel administratif et leur propre système de communication radio pour organiser et contrôler l'emploi des machines. Les Centres sont payés par les administrations forestières comme s'ils étaient des entrepreneurs privés.

A la différence du faire-valoir direct, certaines entreprises forestières ne sont pas assez importantes pour organiser de telles unités techniques. Elles doivent avoir recours à des entreprises privées pour les opérations hautement spécialisées ou sur une grande échelle. Si une entreprise forestière est assez importante pour avoir son propre centre de machines, nous estimons qu'il opérera de façon plus économique qu'un sous-traitant car la spécialisation et le travail à pleine capacité peuvent être mieux planifiés et organisés. Nous croyons donc que le système décrit ci-dessus est celui qui nous convient le mieux.

1/ Centre de construction et de machines, Steinkogl, Entreprise forestière fédérale.

Grâce à ce système, on peut obtenir des coûts optimums si le rapport entre la pénétration de la forêt et son exploitation est le plus favorable. Ceci est essentiellement un problème de planification étant donné que le rapport le plus favorable des dépenses entre la construction des routes et l'exploitation est calculé sur la base de données empiriques. Ces données comprennent les différentes méthodes de récolte et leurs coûts, le coût de construction des routes et de leur entretien. Dans les paragraphes suivants, nous discuterons ces aspects en détail et dans le contexte de l'emploi de technologies avancées.

2. RECOLTE DU BOIS

La méthode de récolte du bois dépend des conditions du terrain. Les coûts dépendront de la possibilité pour les machines d'entrer dans la forêt ou de l'obligation de transporter le bois par câble jusqu'aux machines situées sur les routes.

2.1 Exploitation par tracteur débardeur

Les critères d'un terrain accessible aux débardeurs à quatre roues motrices comprennent la pente, les pentes contraires et les conditions de sol. Sur sol consistant, le transport vers le bas est possible jusqu'à 50 ou 60 % mais la pente contraire ne doit pas dépasser 20 %. En terme de sol, les terrains boueux sont très difficilement accessibles aux tracteurs débardeurs à roues. Le bois est transporté sous forme d'arbres en grande longueur ou d'arbres entiers, ce qui signifie que l'abattage est fait à la main, au moyen de scies à chaîne. Dans la méthode des fûts entiers, les arbres sont ébranchés à la main sur le lieu d'abattage puis transportés jusqu'au dépôt en grande longueur pour être tronçonnés. Dans la méthode de l'arbre entier, l'arbre est transporté avec ses branches jusqu'au dépôt où il est façonné par un "processeur". Une particularité du débardage au tracteur à quatre roues motrices est que le coût du transport de la forêt jusqu'au dépôt ne dépend pas d'un certain volume ou d'un volume minimum de bois à récolter sur une surface donnée (voir également chapitre 2.2 - Transport par câble); les arbres isolés de valeur ou les arbres cassés par la neige ou abattus par le vent sont transportés jusqu'à la route pour le même coût. Les opérations avec un débardeur se divisent en accrochage de la charge, transport de la charge, transport de la charge et décrochage de la charge. Seul le transport de la charge et la distance de transport ont une influence sensible sur le coût, et seules les dépenses pour le voyage en charge influencent la densité du réseau routier comme nous le verrons plus loin.

2.2 Transport par câble

On utilise généralement le débardage au câble sur les pentes supérieures à 50 pour cent. Le transport par câble peut se faire vers le haut ou vers le bas et même sur terrain pratiquement plat. Le modèle de câble dépend de la distance entre le lieu de l'abattage et la route accessible aux camions. Pour les distances supérieures à 600 m la méthode des assortiments est la plus économique. Selon cette méthode, les arbres sont abattus, ébranchés et tronçonnés avec une scie à chaîne. Les grumes sont alors transportées par un téléphérique; la charge est suspendue et peut se déplacer très rapidement. Le système le plus simple de force motrice est le treuil à simple tambour monté sur un traîneau. Le treuil est amené jusqu'au point le plus élevé de la coupe car le système fonctionne par gravité. L'installation d'un tel câble est très bon marché car il n'y a pas besoin de câble de retour. Pour les distances inférieures à 600 m, les méthodes des fûts entiers et des arbres entiers sont plus économiques. Il est évident qu'une extrémité des arbres transportés traînera par terre étant donné que les supports du câble sont faits avec des arbres et ne peuvent dépasser la hauteur des arbres. Le transport avec une extrémité soulevée est plus lent mais la charge transportée par voyage (un arbre entier au lieu de 5 à 6 grumes) ainsi qu'une capacité de charge supérieure éliminent cet inconvénient.

Les arbres entiers ou les fûts entiers peuvent être transportés vers le haut ou vers le bas au moyen de câbles attachés à une tour inclinable. Ici, il faut distinguer les cas où il faut installer des supports de ceux où la tension seule est suffisante. L'abaissement et la suspension de la charge au cours du transport se font au moyen d'un chariot spécialement conçu dans le premier cas et par la tension ou le relâchement du câble porteur dans le second cas (câble porteur mobile). A la différence du transport par débardeur le coût du transport par câble dépend de la quantité de bois à évacuer étant

donné que le coût du montage et du démontage de l'installation vient s'ajouter au coût du transport proprement dit. C'est évidemment, un facteur décisif si ces coûts fixes sont supportés par 100 ou 1 000 m3 de bois produits. La récolte de volumes inférieurs à 100 ou 150 m3 s'est montrée peu économique. Les arbres isolés, ou cassés par la neige ou encore abattus par le vent, ne peuvent être exploités efficacement par câble. Etant donné que le volume de bois en provenance des bris de neige ou des chablis représente 10 à 15 pour cent de la production totale, cette proportion doit être éliminée des calculs des bénéfices obtenus de la production de bois, à moins que les conditions soient extrêmement favorables au débardage par hélicoptère.

Jusqu'à présent nous n'avons parlé que des coupes définitives, c'est-à-dire de coupes à blanc. Le transport des bois d'éclaircies, c'est-à-dire provenant de coupes sélectives d'arbres au milieu d'un peuplement restant sur pied, est beaucoup plus aléatoire. Que l'on utilise le débardeur ou le câble, le peuplement restant sera endommagé et les dommages augmenteront avec la distance du lieu de coupe jusqu'au dépôt, jusqu'à la route et même jusqu'au câble. Les distances de transport dans ce cas sont généralement limitées à 300 m.

3. CONSTRUCTION DES ROUTES

Dans une entreprise forestière, les routes doivent être praticables aux camions par tous les temps. Les coûts de construction varient considérablement étant donné qu'ils dépendent des conditions du terrain, de la formation géologique de la pente, l'importance des travaux supplémentaires pour le drainage et des distances jusqu'aux sources de matériaux de fondation. Grâce aux méthodes modernes de travail à l'explosif, la construction des routes est maintenant meilleur marché en terrain rocheux qu'en terrain mou ou boueux. Les coûts imputés pour chaque m3 de bois produit pour la construction de la route cessent après amortissement, qui s'étale entre quelques années et 20 ans selon la rentabilité de l'opération.

3.1 Entretien des routes

Les coûts pour maintenir les routes accessibles toute l'année - y compris le déneigement en hiver - ne sont pas aussi variables que ceux de la construction et ils peuvent donc être calculés plus aisément. Ils dépendent de la qualité du système d'évacuation des eaux et de la distance d'approvisionnement en matériaux d'entretien. Une construction bon marché entraîne souvent des frais élevés d'entretien. Les économies sur les fondations et sur l'évacuation des eaux représentent des économies du mauvais côté. Les frais d'entretien s'ajoutent toujours au prix du m3 de bois produit. Ils sont nuls à la fin des travaux de construction, puis augmentent pendant 10 ans, après quoi ils demeurent constants. Ils sont aussi élevés, et parfois plus élevés, que les frais de construction par m3 de bois produit.

3.2 Calcul des coûts

Chaque m3 produit se voit imputé des coûts suivants:

1) Coûts d'abattage (scie à chaîne ou abatteuse et opérateur)

2) Coûts de façonnage (scie à chaîne ou "processeur" et opérateur)

3) Coûts de transport de la souche à la route (débardeur à roues ou câble)

4) Coûts de construction de la route jusqu'à amortissement complet

5) Coûts d'entretien de la route

6) Coûts d'administration

7) Coûts de la production des arbres

Note: Les coûts de construction des routes et de leur entretien ne sont pris en compte que pour 80 pour cent de leur valeur réelle, les 20 pour cent restants étant considérés comme des avantages non calculables, tels qu'une surveillance plus facile de la

zone, transport moins coûteux pour la chasse et pour les ouvriers, pour les machines et pour la sylviculture ainsi que pour l'entretien des bâtiments, etc. Tous les coûts imputés à chaque m3 produit sont des coûts fixes, excepté pour les frais de transport, qui varient selon la distance du lieu d'abattage jusqu'au dépôt, et pour les frais de construction et d'entretien des routes qui varient selon la densité du réseau routier. Ces coûts variables ont une influence décisive sur la planification de la densité du réseau (mètre linéaire par hectare). Pour une plus grande clarté, nous avons inclus les tableaux 1 et 2 dont les chiffres sont basés sur les hypothèses suivantes:

- Coûts de construction de la route: 300 S.A. par mètre linéaire
- Amortissement de la construction de la route: 20 ans
- Coûts d'entretien par mètre linéaire et par an: 15 S.A.
- Débardage au tracteur débardeur à roues par m3 et par mètre linéaire: 0,14 S.A.

Les conclusions tirées du Tableau 1 montrent que pour la moyenne des données citées la densité optimum se situe entre 20 et 25 m linéaire par hectare. Ces calculs n'ont qu'une valeur très générale. Chaque projet doit faire l'objet de calculs exacts, étant donné que les conditions de terrain et de construction ont une influence prépondérante sur les coûts et peuvent conduire à des résultats complètement différents. La règle générale la plus importante est qu'un changement de la densité du réseau de routes dans des zones accessibles aux débardeurs influe bien moins qu'on ne le supposait jusqu'ici sur le total des coûts. Un exemple général de calcul des frais de transport par câble apparaît au Tableau 2.

Le coût du transport dans l'exploitation par câble varie selon la distance comme d'ailleurs les frais additionnels de montage et de démontage. Le Tableau 2 est basé sur un volume de 400 m3 par opération. Il faut noter que le coût des opérations par câble dépend largement du volume de bois traité dans chaque opération.

Le Tableau 2 montre - aussi paradoxal que cela puisse paraître - qu'une augmentation de la densité du réseau routier augmente légèrement les coûts d'exploitation tant que la période d'amortissement n'est pas atteinte. Ce n'est qu'après amortissement de la route que les coûts d'exploitation peuvent être légèrement diminués grâce à un réseau routier plus dense. En conclusion, je voudrais souligner que les chiffres sont ici noir sur blanc, même si les résultats diffèrent parfois des hypothèses généralement admises en matière de densité des routes. Il est très surprenant de voir que les coûts ne varient que légèrement lorsque la densité des routes diminue. Les deux tableaux ne tiennent pas compte des coûts d'abattage et de façonnage. Si ces coûts avaient été inclus, les variations en pourcentage auraient été encore plus faibles. Pour une entreprise forestière en expansion qui ne peut investir que modérément, il vaudra mieux développer le réseau routier lentement et se concentrer en premier lieu sur un développement rapide de la mécanisation du transport et du façonnage. Naturellement une densité relativement grande des routes, par exemple de 20 à 25 m par hectare, facilite les opérations forestières à bien des égards, mais les avantages financiers sont relativement négligeables.

Tableau 1

COUTS DU DEBARDAGE AVEC TRACTEUR DEBARDEUR

Schillings autrichiens 1/

Densité de routes m/ha (route camion)	10 m/ha	20 m/ha	30 m/ha	40 m/ha
Distance de débardage vers le bas qui en résulte (seuls les 50 derniers mètres vers le haut)	950 m	450 m	250 m	200 m
Coût de construction par hectare	3 000,00	6 000,00	9 000,00	12 000,00
Coût de construction par an (amortissement sur 20 ans)	150,00	300,00	450,00	600,00
Coût de construction par m3 (accroissement de 5 m3/ha/an)	30,00	60,00	90,00	120,00
Coût de l'entretien par hectare	150,00	300,00	450,00	600,00
Coût de l'entretien par m3	30,00	60,00	90,00	120,00
Coût du transport par m3	133,00	63,00	35,00	28,00
Total des coûts de construction, de transport et d'entretien par m3 de bois	193,00	183,00	215,00	268,00
Total des coûts de transport et d'entretien de la route après amortissement	163,00	123,00	125,00	148,00

1/ 1 dollar E.-U. = 16,5 schillings autrichiens.

Tableau 2

COUTS DE VIDANGE PAR CABLE

Schillings autrichiens 1/

Densité de routes m/ha (route camion)	10 m/ha	15 m/ha	20 m/ha	25 m/ha	30 m/ha
Distance de transport correspondante (une opération vers le bas et une vers le haut)	500 m	330 m	250 m	200 m	160 m
Coût de construction par m3 (accroissement de 5 m3/ha/an)	30,00	45,00	60,00	75,00	90,00
Coût d'entretien de la route par m3	30,00	45,00	60,00	75,00	90,00
Coût du transport par câble par m3	93,40	86,20	79,00	71,80	64,60
Coût de montage de l'installation par m3	54,80	45,60	36,40	27,20	18,00
Total des coûts de construction, d'entretien et de transport y compris le coût de montage	208,20	221,80	235,40	249,00	262,80
Total des coûts d'entretien, de transport par câble, du montage de l'installation après amortissement de la route	178,20	176,80	175,40	174,00	172,60

1/ 1 dollar E.-U. = 16,5 schillings autrichiens.

SELECTION DES ARBRES DANS LES OPERATIONS D'ECLAIRCIES, ENLEVEMENT DES ARBRES INDIVIDUELS DANS LES FORETS SECONDAIRES

par

Gunther Sonnleitner

Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach 1/

1. INTRODUCTION

Dès le seizième siècle, l'idée de "soins" devint une partie essentielle de l'aménagement des forêts. A cette époque, déjà, on admettait que les peuplements devaient être éclaircis pour permettre à la forêt de se développer normalement. Au cours des âges, diverses méthodes d'éclaircies ont été élaborées. Depuis la première éclaircie, dans laquelle seuls les arbres morts ou dominés sont enlevés, jusqu'à l'éclaircie très poussée dans laquelle on pratique une intervention intense, surtout à l'étage de la couronne, les sylviculteurs ont employé un grand nombre de méthodes dans ce secteur de l'aménagement firestier.

Des règles d'éclaircie telles que "précoce - moyenne - fréquente", et des expressions telles que légère - modérée - intense - forte ou première éclaircie sont encore courantes dans la sylviculture d'aujourd'hui. Ces termes se réfèrent à l'intensité de l'intervention.

Des normes d'éclaircies s'imposent; cependant des procédés schématiques sont habituellement trop généraux pour répondre aux besoins des arbres individuels ou des peuplements entiers aux différentes périodes de leur vie, et sont donc insuffisants pour pratiquer les soins avec les meilleurs résultats.

La particularité de chaque peuplement selon sa situation et sa composition ne peut être respectée qu'au moyen d'éclaircies dynamiques, dont le but est d'obtenir un accroissement maximum en volume et en valeur. Le sylviculteur doit comprendre le langage des arbres et sentir où sont les problèmes. Un bon sylviculteur parle en effet avec ses arbres. Il demande:

Qui êtes vous?
D'où venez-vous?
Où voulez-vous aller?
Où voudrais-je que vous soyez?

De telles questions peuvent donner un excellent aperçu des soins à donner aux peuplements. L'intensité de l'intervention dans les éclaircies dépend avant tout du rapport entre la hauteur de l'arbre et son diamètre à hauteur de poitrine - ce que l'on appelle le rapport H/D. En d'autres termes, ce rapport représente le volume de la couronne verte comparé à la hauteur totale de l'arbre.

Lorsqu'il choisit les arbres lors des éclaircies, le sylviculteur doit évaluer la stabilité du peuplement et effectuer un éclaircie dynamique, c'est-à-dire qu'il doit adapter son choix de façon à ce qu'il soit le meilleur possible pour le site et le peuplement considérés.

2. BUT DE L'ECLAIRCIE

L'éclaircie réduit le nombre des arbres dans un peuplement à un groupe moins important d'arbres plus forts et de meilleure qualité. L'éclaircie sert à la fois à sélectionner les arbres et à répartir l'espace nécessaire à leur croissance et le mélange d'espèces et de variétés. L'éclaircie est également soins donnés et récolte. Une éclaircie dynamique effectuée avant la moitié de la rotation (environ 50 ans) assure, dans un temps très court, des assortiments plus gros, davantage de grumes et des rendements plus élevés - en raison de la loi du volume à l'unité - ainsi que des coûts de

1/ Centre de formation professionnelle forestière d'Ossiach, Autriche.

récolte moins élevés. Alors que le gain de production est négligeable, l'augmentation de la valeur peut provenir, de façon très significative, des dimensions plus grandes et d'une meilleure qualité du bois. L'éclaircie considérée comme un moyen de soigner les peuplements encourage la formation des racines et de la couronne de chacun des arbres, augmentant de cette manière le rendement du peuplement.

Un des buts essentiels de l'éclaircie, cependant, est d'améliorer la stabilité du peuplement. Le montant des arbres endommagés par le vent ou par la neige est actuellement trop élevé; dans les forêts de Carinthie, en 1979, il y eut 1 000 000 de m3 de bois endommagés, qui représentaient 60 pour cent du bois récolté. Des éclaircies dynamiques assurent une croissance uniforme des fûts, des couronnes et des racines. Il en résulte une couronne élancée et symétrique, un rapport H/D faible et par conséquent une grande stabilité de chaque arbre et du peuplement entier. Les arbres doivent atteindre leur maturité. Pour pratiquer une éclaircie dynamique, le sylviculteur doit évaluer le montant des dommages que peuvent subir les arbres pour résister au vent et à la neige. Il doit analyser le relevé des chutes de neige des cinquante dernières années.

En aidant les arbres dans leur lutte incessante pour la lumière, l'espace, l'eau et les éléments nutritifs, tout en améliorant l'équilibre de l'eau et de la chaleur dans le sol de la forêt, on aboutit à une intensification de la vie du sol, à une composition favorable de l'humus et, par suite, à une meilleure circulation des éléments nutritifs, ce qui a une influence décisive sur la croissance de l'arbre. Comme pour n'importe quelle sorte de soins, l'éclaircie doit être adaptée au but particulier recherché dans chacun des cas. Avant toute intervention, il faut répondre aux questions suivantes:

Quelle est la situation? (étude des conditions actuelles)
Quel doit être le résultats? (conditions des objectifs)

Une comparaison des conditions actuelles et de celles des objectifs indiquera le traitement sylvicole approprié au peuplement en question.

3. ECLAIRCIES JUSQU'A L'AGE DE 50 ANS (MOITIE DE LA ROTATION) ELIMINATIONS IMPORTANTES DANS LA PARTIE DES COURONNES

3.1 Eclaircie sélective

Le principe de l'éclaircie sélective comporte le choix, le marquage et certaines mesures destinées à favoriser la croissance d'arbres d'élite.

3.1.1 Epoque de la première éclaircie sélective

Le choix des arbres d'élite ne doit avoir lieu qu'après avoir déterminé la distribution finale des arbres que l'on souhaite. Dans les peuplements de conifères ou dans les peuplements mixtes, qui ne sont pas trop denses, il doit débuter normalement quand la zone des branches sèches des conifères atteint 3 à 5 m au-dessus du sol. S'il y a suffisamment d'espace et si les jeunes peuplements ont déjà été convenablement éclaircis, le choix peut commencer lorsque les arbres d'élite les plus hauts atteignent 12 à 15 m.

3.1.2 Choix des arbres d'élite

Le choix des arbres d'élite doit être fait selon les critères suivants, qui sont indiqués dans l'ordre de priorité:

a) Vitalité (résistance = rapport H/D peu élevé, bonne forme de la couronne, bonne santé)

b) Qualité (quant à la forme du tronc, blessures du tronc)

c) Distribution

a) Vitalité

Les arbres vigoureux ont habituellement une bonne couronne et une bonne résistance physique. Une bonne indication de la vitalité d'un arbre est son rapport H/D.

La valeur du rapport H/D est facile à calculer. Il est déduit de la hauteur de l'arbre (H) que l'on divise par son diamètre à hauteur de poitrine (D).

		A	B	C
Exemple:	Hauteur de l'arbre =	20 m	20 m	20 m
	Diamètre H.P. =	0,25 m	0,20 m	0,15 m

Rapport H/D A 20 : 0,25 = 80
B 20 : 0,20 = 100
C 20 : 0,15 = 133

Le rapport H/D est particulièrement important en ce qui concerne la stabilité et la sécurité des opérations des peuplements. Les arbres ayant un rapport H/D supérieur à 80 peuvent facilement être brisés par la neige ou par le vent. Les arbres ayant un rapport H/D autour de 80 ou en dessous sont rarement affectés par le temps.

Les arbres d'élite doivent avoir de très grandes chances de survie et plus leur rapport H/D est bas, plus leurs chances de survie sont grandes. Lors du choix des arbres d'élite, le sylviculteur doit considérer à la fois la stabilité du peuplement et l'ampleur des fûts (pour une meilleure qualité du bois).

b) Qualité

Les arbres d'élite doivent être de très grande qualité; plus cette qualité est grande, plus le rendement est élevé. Dans les peuplements de faible qualité, la qualité des arbres d'élite sera inévitablement plus faible que dans les peuplements de grande qualité.

c) Distribution

De tous les critères de sélection des arbres d'élite le moins important est la distribution. Toutefois, l'espace nécessaire à chaque arbre dans le peuplement final doit être pris en considération lors du choix des arbres d'élite.

Le tableau suivant est destiné à servir de point de référence:

Espèces d'arbres	Espace approximatif nécessaire à 100 ans	Distance moyenne entre les arbres correspondante	Nombre approximatif d'arbres d'élite par ha
Epicéa, sapin	25 m2	5 m	400
Mélèze, pin	40 m2	6-7 m	250
Douglas	35 m2	5 m	280
Hêtre (bois fort)	60-70 m2	8 m	150
Hêtre (mélangé)	30 m2	5-6 m	330
Chêne	100 m2	10 m	100

Dans les peuplements mélangés ces distances doivent être révisées selon les cas. La distribution n'a pas besoin d'être uniforme. Si un certain nombre d'arbres pouvant faire l'objet du choix sont groupés (par groupe de trois et même quatre peut-être), la distance entre les arbres à choisir peut être inférieure. Dans ce cas, toutefois, il faut accorder davantage d'espace au groupe et la distance aux autres arbres d'élite doit être plus grande en conséquence.

Les distances entre les arbres d'élite peuvent être naturellement plus grandes; lorsqu'il n'y a pas d'arbres d'élite, on ne peut en choisir! Mais si les distances normales entre les arbres d'élite sont constamment reduites, il y aura trop de ceux-ci pour la surface donnée et l'espace libéré par les éclaircies sera encore trop réduit. Dans ce cas on ne peut dégager suffisamment chaque arbre d'élite sans provoquer des vides. Il en résulte une compétition entre les arbres d'élite avant qu'ils aient atteint l'âge prévu à la rotation.

3.1.3 Dégagement des arbres d'élite

Les arbres d'élite sont dégagés par l'enlèvement de leurs concurrents les plus forts. Les concurrents sont les arbres qui gênent le développement de la couronne de l'arbre d'élite. Les arbres enlevés sont donc des arbres dominants ou codominants. En conséquence, le diamètre des arbres enlevés sera normalement plus faible que celui des arbres d'élite d'une part, mais d'autre part plus élevé que le diamètre moyen du peuplement. Plus la vitalité des arbres d'élite est forte (rapport H/D bas) et donc le danger de bris par le vent ou la neige faible, plus le dégagement des arbres d'élite pourra être fort. En d'autres termes, le dégagement des arbres d'élite ayant un bon développement de la couronne pourra être beaucoup plus énergique que dans le cas d'un rapport H/D moins favorable.

Le dégagement des arbres d'élite est extrêmement important dans les éclaircies sélectives. Une intervention allant au-delà de l'enlèvement des seuls concurrents ne doit se produire que si des raisons d'organisation du travail la justifient ou si on peut atteindre ainsi une couverture des dépenses (le produit obtenu dépasse le coût de la récolte). Les peuplements feuillus intermédiaires doivent être préservés.

Le dégagement des arbres d'élite ainsi que l'enlèvement de certains arbres laissent sur pied des arbres qui n'ont pas été choisis comme élite. Par suite, lorsqu'un arbre d'élite disparaît il peut être remplacé par un autre arbre.

3.1.4 Remarques pratiques au sujet de la sélection

L'expérience a montré que la sélection s'effectue de façon la plus efficace de la manière suivante:

Première opération : Déterminer les méthodes de récolte et de débardage;

Deuxième opération : Tracer les pistes de débardage (éviter les élites);

Troisième opération : Choisir et marquer les arbres d'élite;

Quatrième opération : Marquer les concurrents et parfois certains autres.

Les arbres d'élite ne sont choisis qu'une seule fois au cours de la vie du peuplement. Ils doivent donc être choisis soigneusement par le chef de district assisté de deux aides.

On peut utiliser des rubans plastiques pour marquer les arbres d'élite; ces marques ne doivent être enlevées qu'après l'éclaircie pour éviter les dommages au cours du débardage, si tant est qu'on les enlève. On peut également les marquer avec des points ou des anneaux de peinture. En général, les arbres d'élite doivent être marqués de façon à les reconnaître facilement lors de l'éclaircie suivante.

Les arbres devant faire l'objet d'éclaircie (c'est-à-dire devant être enlevés) sont marqués en abandon au moyen de ruban plastique, peinture, marteau ou hache.

3.1.5 Eclaircies sélectives suivantes

Le dégagement des arbres d'élite doit se continuer dès que le développement de leur couronne est de nouveau gêné. Il est indispensable d'effectuer les soins conséquents aux arbres d'élite en temps voulu afin d'obtenir la plus forte valeur possible de l'accroissement.

Lorsque les arbres ont atteint la moitié de la révolution, c'est-à-dire environ 50 ans, il ne faut plus faire d'éclaircies sélectives ni d'interventions importantes. Dans les peuplements comportant des hêtres, des interventions importantes et tardives peuvent provoquer une prédominance du hêtre non souhaitable. Des éclaircies importantes dans des peuplements âgés - où les arbres sont élancés - en diminuent la stabilité. Une éclaircie sélective qui n'a pas été effectuée alors qu'elle devait l'être ne peut plus être faite. Elle peut seulement être remplacée par des interventions faites avec plus de précautions!

Particulièrement important!

Dans les peuplements ayant un rapport H/D élevé et où les couronnes sont étroites et peu développées, les éclaircies doivent être faites avec grand soin. Des interventions énergiques entraînent l'instabilité du peuplement et des dégâts par la neige et le vent. Par conséquent il ne faut faire, dans ce cas, que des éclaircies légères.

4. ECLAIRCIES APRES L'AGE DE 50 ANS
PLUS D'INTERVENTIONS IMPORTANTES

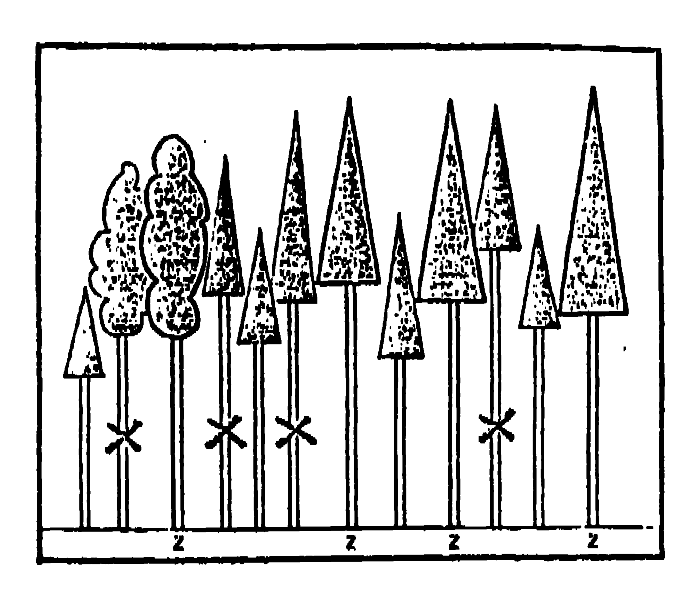
Lorsqu'on a obtenu, au moyen d'éclaircies sélectives, un espace suffisant pour la croissance des arbres d'élite, de telles interventions ne sont plus nécessaires. Toutefois, les arbres indésirables, ayant une couronne défectueuse, endommagés ou malades, doivent être enlevés.

De telles éclaircies ne doivent jamais, ou pratiquement jamais, se faire dans les couronnes. On ne doit faire que des éclaircies très légères. Le plus grand soin doit être apporté aux éclaircies tardives.

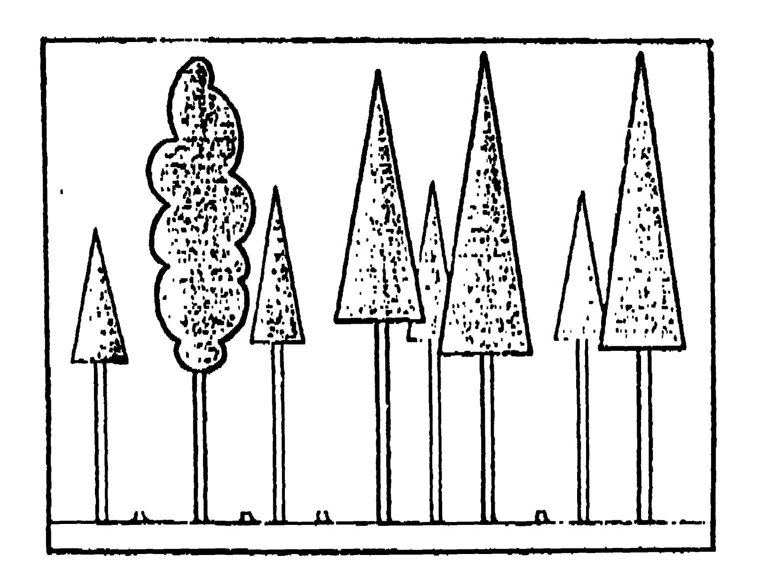
5. RESUME DES CONCEPTIONS, METHODES ET BUTS DES ECLAIRCIES

Eclaircir maintenant! Pourquoi?

- Pour obtenir le rendement le plus élevé, même de jeunes peuplements.
- Pour réduire les effets ruineux de la concurrence parmi le peuplement et donc favoriser la croissance des arbres restants.
- Pour sélectionner très tôt les arbres d'élite les plus vigoureux et les mieux formé, et pour constamment favoriser leur développement.
- Pour permettre aux arbres restants de développer des couronnes uniformes et de haute qualité.
- Pour accroître la stabilité du peuplement à temps et réduire ainsi considérablement les risques de dégâts par la neige et par le vent.
- Pour obtenir des peuplements mélangés sains en favorisant les espèces souhaitables et bien adaptées au site particulier.
- Pour accélérer l'accroissement du peuplement et sa valeur.



Eclaircie sélective:
favoriser très tôt
les arbres d'élite



Après quelques années: un peuplement fermé et stable avec des couronnes pleines et une valeur plus grande.

Eclaircir maintenant! Comment?

- Dès que la zone des branches mortes atteint 3 à 4 m de haut, commencer la première éclaircie. Eclaircir de nouveau quand la couronne des arbres d'élite est plus courte que la moitié de la hauteur de l'arbre.

- Selon l'espace nécessaire à la croissance, choisir 200 à 400 arbres d'élite par hectare (distance minimum 4 m) et les marquer (couleur), puis choisir leurs concurrents (particulièrement les arbres en mauvaise santé ou endommagés) pour les abattre.

- Dans les peuplements jeunes que l'on a commencé à soigner tôt, les éclaircies doivent être fortes. Eclaircir avec soin et plus souvent les perchis très denses ainsi que les peuplements d'âge moyen ou plus âgés (quand les soins ont commencé trop tard).

- Avant de commencer l'opération, déterminer la superficie à éclaircir, la direction du débardage ainsi que les emplacements des dépôts et des chantiers.

- En parcourant plusieurs fois la parcelle, en faire un relevé détaillé pour la pénétration future.

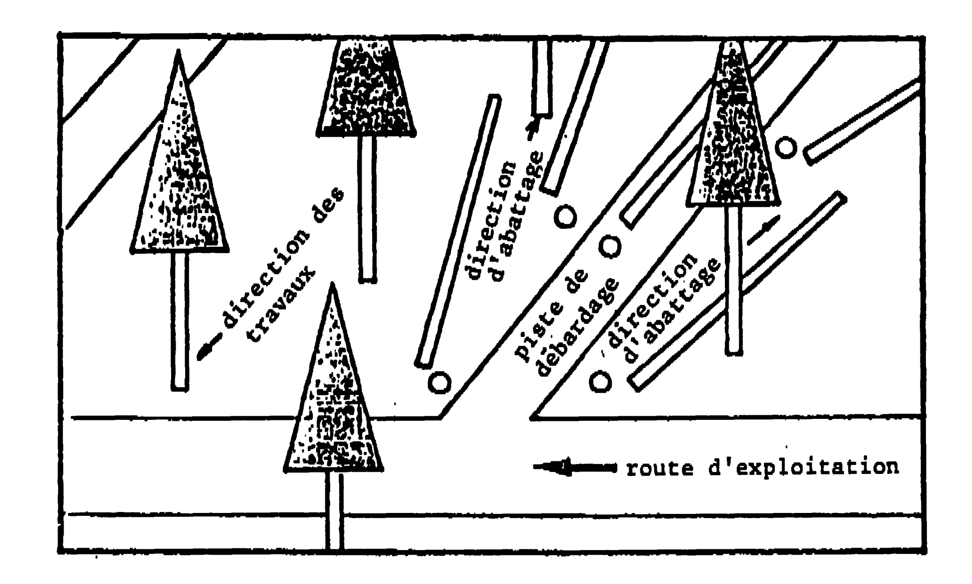
- Choisir des pistes de débardage d'environ 3 m de large et espacées de 15 à 20 m.

- Effectuer l'abattage dans la direction du débardage. Abattre les arbres sur les pistes de débardage dans le sens opposé à celui-ci et ceux en dehors des pistes selon un angle avec celles-ci.

- Pendant l'abattage il faut maintenir une distance de sécurité d'au moins deux longueurs d'arbre. Ne travailler qu'avec des équipements de sécurité (casque avec lunettes de protection, chaussures solides avec semelles antidérapantes, gants de travail, etc.).

- Au cours du débardage, il faut faire très attention à la protection du peuplement restants. Protéger particulièrement les arbres d'élite au moyen de broussailles par exemple.

- Le choix des assortiments doit être guidé par la demande du marché et adapté aux méthodes de travail. Dans la mesure du possible, essayer de vendre sur écorce et en longueur maximum.



Le travail fait avec compétence épargne l'effort et l'argent = succès accru

Treuil léger à simple tambour employé dans les éclaircies
(Photo: Institut fédéral de recherches forestières)

Tracteur agricole équipé d'un arrière-train employé pour le transport du bois de feu sur de courtes distances (Photo: Steyr)



Débardeur à roues à châssis articulé équipé de chaînes antidérapantes tirant de gros fûts entiers (Photo: Institut fédéral de recherches forestières)

PRINCIPES FONDAMENTAUX D'ERGONOMIE

par

Josef Wencl

Forstliche Bundesversuchsanstalt 1/

1. ORGANISATION DES OPERATIONS EN FORET SELON LES OBSERVATIONS ERGONOMIQUES

L'ergonomie a pour but l'étude et l'analyse scientifique des rapports entre l'homme et le travail. Elle est basée sur l'expérience acquise dans les disciplines scientifiques les plus variées. L'objectif de l'ergonomie est d'adapter le travail à l'homme. Dans la plupart des cas, cela ne peut être obtenu qu'avec l'aide d'études ergonomiques.

Afin d'adapter le travail (outils et équipements) à l'homme, il faut connaître les capacités de travail et les limites de l'énergie d'un travailleur. Il est par conséquent nécessaire de mesurer la charge, l'effort physique individuel et les influences de l'environnement.

2. PRINCIPES FONDAMENTAUX D'ERGONOMIE (d'après Kock)

Terminologie - Branches de la science du travail

ECONOMIE DU TRAVAIL (Demande d'emploi)	TECHNOLOGIE DU TRAVAIL	SECURITE ET SANTE	PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL	PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL	ANATOMIE	SOCIOLOGIE DU TRAVAIL SCIENCE DE L'EDUCATION DU TRAVAIL (Formation professionnelle)	HYGIENE DU TRAVAIL	PATHOLOGIE DU TRAVAIL (Maladies professionnelles)	LEGISLATION DU TRAVAIL (Lois protégeant les travailleurs)

ERGONOMIE — MEDECINE DU TRAVAIL

1/ Institut fédéral de recherches forestières, Vienne.

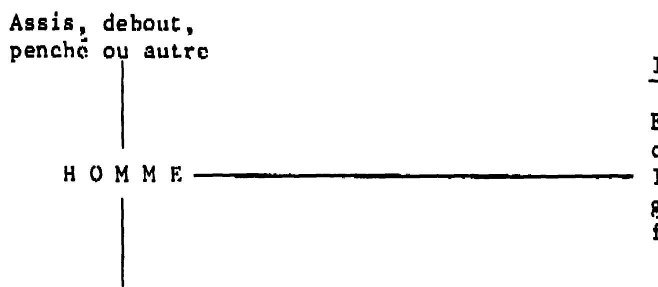
Définitions

ANATOMIE:	Etude scientifique de la structure du corps humain et de ses parties;
ERGONOMIE:	Théorie de l'adaptation du travail à l'homme; l'homme est considéré comme un élément d'un système de travail;
MESURES DE SECURITE ET DE SANTE:	Mesures de précaution pour assurer la sécurité de l'homme et des biens matériels;
SOCIOLOGIE DU TRAVAIL:	Science des relations mutuelles entre le travail et l'homme d'une part, et son état de santé de l'autre;
MEDECINE PROFESSIONNELLE:	Théorie des relations mutuelles entre le travail et la profession d'une part et l'homme et la santé de l'autre;
PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL:	Science des fonctions du corps humain et de ses organes pendant le travail;
PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL:	Science des tensions mentales et émotionnelles provoquées par le travail chez l'homme;
SCIENCE DU TRAVAIL:	Science traitant des différents genres de travail humain, de leur interdépendance et de leur organisation optimum;
TECHNOLOGIE DU TRAVAIL:	Théorie des techniques de travail (étude du travail par exemple).

3. SYSTEMATISATION DE L'ADAPTATION DU TRAVAIL A L'HOMME

Positions de travail

Assis, debout,
penché ou autre



Influences de l'environnement

Eclairage artificiel ou naturel, couleurs, bruit, vibrations, à l'intérieur, climat (chaud, froid), gaz d'échappement, poussière, fumée, vapeur, etc.

Type de travail

Travail musculaire
(effort statique, dynamique)

Travail sous pression par le temps
(travail à la chaîne, travail aux pièces, etc.)

Travail concentré

A son lieu de travail, l'homme est exposé aux influences de sa position de travail, du type de travail qu'il effectue, de l'atmosphère et de l'environnement. De plus, des facteurs psychologiques et sociologiques entrent en jeu.

4. MESURE DE LA CHARGE ET DE L'EFFORT PHYSIQUE

Les mesures ergonomiques ont pour objectif de déterminer la charge de différentes opérations sur le lieu du travail. La détermination de l'effort physique tolérable par chaque individu est d'importance capitale. L'effort physique de l'homme peut être établi d'après la dépense d'énergie et la mesure du rythme cardiaque. C'est la raison pour laquelle, en plus de l'étude de la charge propre, les données personnelles doivent être enregistrées et des tests spéciaux (électrocardiogramme par exemple) doivent être effectués.

Les facteurs d'environnement exercent une influence importante sur la charge. Ils doivent être étudiés avec précision pour toute évaluation ergonomique. Etant donné que le travail en forêt peut s'effectuer dans des conditions climatiques extrêmes, le climat et le temps doivent donc être étudiés également. Pour la récolte du bois en forêt de montagne, la pente et l'accessibilité sont deux des principaux facteurs de la charge et de l'organisation du travail. D'autres facteurs déterminants qu'il faut considérer sont les méthodes de travail, les outils et l'équipement, et enfin les appareils de protection.

Toute la recherche ergonomique est basée sur l'étude des temps. Pour obtenir des résultats précis, les études doivent porter sur la journée entière.

La mécanisation de la récolte du bois a créé de nouveaux facteurs de charge qui peuvent avoir un effet négatif sur la situation du travail. Ici nous avons à faire à des troubles locaux (bruit, vibration, par exemple). La tension provoquée par les gaz d'échappement des scies à moteur peut, dans certaines conditions (temps, pente), être aggravée.

Seule une étude complète d'ensemble de toutes ces influences sur l'ouvrier permet une évaluation ergonomique et l'organisation de la récolte du bois.

Au vu des considérations précédentes, toutes les études ergonomiques sont faites selon les principes suivants: (voir Principes fondamentaux d'ergonomie, Cours de formation FAO/Autriche, Ossiach, 1975).

4.1 Obtention des données personnelles

Il s'agit de données telles que l'âge, le poids, la taille, le statut familial, les qualifications professionnelles, l'historique médical, les accidents passés et autres faits.

4.2 Mesure des fonctions circulatoires

Ces tests servent à examiner la capacité d'effort physique de l'individu au moyen d'une bicyclette ergonométrique qui peut être ajustée selon différents taux de charge (PWC 170). Le rapport entre la charge et l'effort physique constitue une unité de capacité de travail de l'individu.

4.3 Mesure des facteurs climatiques

Un certain nombre de mesures sont nécessaires pour évaluer les influences climatiques. Pour les études sur le terrain, il suffit de mesurer les températures humides et sèches au moyen de psychromètres à aspiration d'Assmann et la vitesse du vent avec un anémomètre. La température effective est calculée à partir des températures humides et sèches ainsi que de la vitesse du vent, selon un nomogramme établi par Yaglou.

4.4 Description du lieu de travail, de la méthode de travail, des outils et de l'équipement

Tous les facteurs qui déterminent la méthode de travail, tels que l'altitude, la hauteur du peuplement, le diamètre moyen, la pente, les conditions de surface, la végétation au sol, etc. sont notés. Pour une évaluation ergonomique, il faut également

étudier le type d'opération (travail à un homme ou en groupe, manuel ou partiellement mécanisé, entièrement mécanisé) et noter en les décrivant les outils et les équipements (de travail et de protection).

4.5 Mesure des temps

Notre expérience a montré que c'est la méthode des temps cumulés qui donne les meilleurs résultats.

4.6 Mesure de la dépense d'énergie

La dépense d'énergie est mesurée au moyen d'un respiromètre ou d'un sac de Douglas. Deux types de métabolisme sont considérés, le métabolisme basal et le métabolisme au travail. Pour calculer le métabolisme, on mesure la quantité d'oxygène consommée par le travailleur. Cette mesure est faite avec un analyseur d'oxygène.

4.7 Mesure du rythme cardiaque

4.7.1 Mesure manuelle

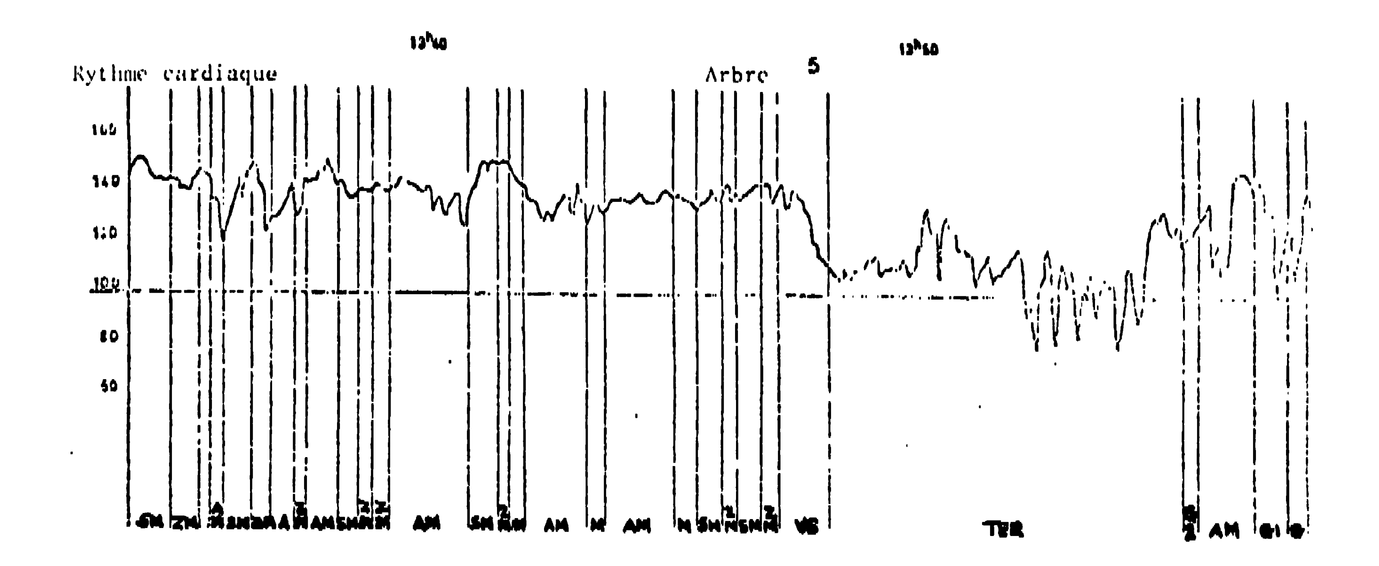
La mesure du rythme cardiaque à la main - en prenant le pouls à la carotide - se fait en comptant le temps nécessaire à 10 battements et en calculant le rythme cardiaque pour une minute au moyen d'un chronomètre spécial pour ce genre de mesure.

4.7.2 Télémesure

Au cours des récentes années, l'enregistrement télémétrique du rythme cardiaque s'est rapidement développé. Le recueil des données concernant le rythme cardiaque peut se faire à l'aide de cellules au sélénium placées sur des électrodes appliquées sur l'oreille ou sur la poitrine (électrocardiogramme). L'appareil de télémesure consiste en un émetteur miniature en liaison avec un récepteur enregistreur automatique. Cet appareil permet un comptage direct du pouls mais aussi un enregistrement sur une longue période du diagramme du rythme cardiaque (sur bande magnétique ou graphique). Les chercheurs de l'Institut Max Planck utilisent l'augmentation du rythme cardiaque au cours du travail par rapport au rythme à l'état de repos (niveau initial) comme critère de l'évaluation, alors que Christensen (1953) a conçu une classification schématique des valeurs absolues du rythme cardiaque.

Niveau tolérables du rythme cardiaque

Rythme cardiaque absolu	Charge physiologique	Augmentation par rapport au niveau initial
0 - 75/min.	très faible	
75 - 100/min.	faible	debout 30 battements/min.
100 - 125/min.	modérée	assis 35 battements/min.
125 - 150/min.	forte	couché 40 battements/min.
150 - 175/min.	très forte	
175/min. +	extrêmement forte	



Partie d'un diagramme enregistré du rythme cardiaque d'un ouvrier forestier au cours d'un abattage à la scie à chaîne.

AM	ébranchage à la scie à chaîne
ZM	parement à la scie à chaîne
SM	tronçonnage à la scie à chaîne
AH	ébranchage à la hache
A	andainage des branches à la main
ZH	parement à la hache
W	retournement des grumes
M	mesurage des grumes
G	déplacement sans la scie à chaîne
G1	déplacement avec la scie à chaîne
TER	période de repos
VS	allocation opérationnelle
VP	allocation pour besoins personnels

4.8 Mesure de l'influence des vibrations

4.8.1 Bruit

Les effets du bruit sont déterminés par le niveau sonore, le temps d'exposition, la distribution des fréquences, les périodes de temps, et les dispositions individuelles. Une exposition permanente à un niveau sonore marginal de 85 dB (A) peut provoquer une diminution de l'ouïe. On fait une distinction entre un niveau de bruit permanent causé par des vibrations constantes et un niveau sonore dit d'"évaluation" causé par des vibrations intermittentes. Le terme de "niveau d'évaluation" tient compte aussi bien des différentes vibrations que des pauses du bruit.

Des niveaux sonores de 85 à 100 dB (A) provoquent des altérations physiques et mentales et même des dommages irréversibles à l'ouïe (surdité induite par le bruit). Au-dessus de 120 dB (A) la pression sonore affecte non seulement l'ouïe mais également la circulation, le volume sanguin, le système nerveux autonome, etc.

Etant donné qu'à peu près toutes les machines forestières produisent des bruits dont le niveau dépasse les limites tolérables, la protection contre le bruit dans l'exploitation forestière mécanisée revêt une importance particulière. Une protection active au niveau de la source du bruit n'est pas toujours possible, surtout avec les machines mobiles. Dans ce type de travaux forestiers, l'effort essentiel doit porter sur la protection passive (protection de l'ouïe).

Des mesures du bruit faites dans la cabine ouverte de différents débardeurs ou d'autres machines forestières ont donné les résultats suivants pour des trajets en charge ou à vide:

	Trajet à vide dB (A)	Trajet en charge dB (A)	Gammes de fréquences au niveau maximum du bruit en Hertz
Débardeur à roues			
- 50	78 - 84	97 - 100	63 - 125
51 - 80	79 - 85	94 - 101	63 - 250
+ 80	80 - 90	97 - 100	250
Débardeur à roues à châssis articulé			
- 50	78 - 85	96 - 100	250
51 - 80	79 - 86	97 - 102	125
81 - 110	79 - 88	93 - 100	125
Câble-grue mobile à tour rabattable (cabine fermée)	66 - 78	88 - 98	500 - 1 000
Autres installations de câble-grue	88 - 92	102 - 130 (frein à air)	300

Des détecteurs à gaz sont employés pour déterminer la quantité des gaz d'échappement. Le gaz est absorbé par une pompe aspirante et passe par un tube filtrant. La concentration en gaz dans le tube est indiquée par un spectre coloré.

5. ETUDES SUR LA CHARGE

(Mesure du rythme cardiaque pendant la récolte du bois en montagne).

5.1 Abattage

Les nouvelles méthodes de travail ont fortement influencé l'abattage dans les peuplements de conifères. Au cours des années récentes, l'écorçage a été transféré, de plus en plus, de la forêt vers les usines. Etant donné que l'écorçage ne fait plus partie de l'opération d'abattage, le travail à un homme devient la règle, et la part du travail à la scie à chaîne par rapport au temps total du travail est devenue beaucoup plus grande. Une étude ergonomique d'une opération d'écorçage à un homme menée par Frauenholz a donné des résultats exacts sur l'intensité de la charge et sur le temps de travail à la scie à chaîne pour différents diamètres moyens.

```
181 - 190
171 - 180
161 - 170
151 - 160  *
141 - 150  *
131 - 140  **********
121 - 130  ************************
111 - 120  *****************************
101 - 110  *****************
 91 - 100  ***********
 81 -  90  *******
 71 -  80
 61 -  70
 51 -  60

          I---------I---------I---------I---------I--
          0         10        20        30        40   pour cent
```

Diagramme de distribution du rythme cardiaque (absolu) au cours des opérations d'ébranchage à la scie à chaîne. Valeurs moyennes prises pour toutes les classes de diamètre (diamètre moyen 9 à 40 cm et au-dessus) et sur quatre ouvriers (28,7 pour cent du temps de travail).



Télémesure du rythme cardiaque dans la récolte du bois
(Photo: Institut fédéral de recherches forestières)

Augmentation du rythme cardiaque (absolu) pour différentes phases du travail individuel et pour différents diamètres moyens

	Diamètre HP jusqu'à 19,9 cm			Diamètre HP supérieur à 40 cm			Tous diamètres HP		
	Temps partiel	Rythme cardiaque Valeur moyenne maximum		Temps partiel	Rythme cardiaque Valeur moyenne maximum		Temps partiel	Rythme cardiaque Valeur moyenne maximum	
Abattage									
à la main (FH)	3.52	140	112	2.05	152	114	2.70	152	111
scie à chaîne (FM)	5.33	135	111	8.08	162	120	6.73	162	114
enfoncer les coins (FK)	1.58	139	111	3.19	157	134	2.03	160	123
chute de l'arbre (FA)	4.92	141	117	0.10	155	119	2.20	155	118
Ebranchage hache (AH)	44.60	144	117	7.51	150	122	24.00	156	117
scie à chaîne (AM)	14.47	144	115	37.45	153	116	28.57	153	115
Parement hache (ZH)	1.45	145	114	1.02	154	120	1.24	162	116
scie à chaîne (ZM)	1.23	143	114	4.27	153	118	2.86	153	116
Mise en tas des branches (A)	5.83	144	114	12.81	151	118	9.69	151	116
Retournement (W)	1.33	142	117	5.33	152	121	2.98	162	119
Tronçonnage mesurage (M)	1.67	142	115	2.36	155	118	2.17	155	115
préparer support (SH)	0.14	143	123	0.52	150	120	0.30	150	118
scie à chaîne (SM)	2.23	144	113	7.66	154	117	4.54	154	115
Déplacement sans la scie (G)	3.87	145	112	3.15	154	115	3.15	160	112
avac la scie (G1)	7.65	144	112	3.95	149	113	6.44	156	113
Préparation du lieu de travail (VA)	0.18	138	115	0.55	139	121	0.40	148	115
Temps de travail (TG)	100.00	145	115	100.00	162	118	100.00	162	116

Parement: un seul côté

Etude complète des valeurs moyennes journalières

	Diamètre moyen			
	jusqu'à 19,9	jusqu'à 29,9	jusqu'à 39,9	au-dessus de 40
Temps de travail pur (TG)				
Minutes par m3	58.2	27.3	16.3	14.4
Heures TG par jour	5.1	4.3	4.5	4.4
Travail à la scie à chaîne				
Pourcentage par rapport à TG	23.1	48.8	53.9	57.5
Heures de travail de la scie à chaîne par jour	1.2	2.1	2.4	2.5
Augmentation du rythme cardiaque par rapport au rythme cardiaque assis, relatif à TG	42	41	42	47
Pourcentages des allocations (valeurs relatives à TG)				
Allocation opérationnelle (TS)	3.4	5.6	8.5	8.9
Allocation pour besoins personnels (TP)	1.3	0.8	1.1	1.0
Temps d'attente dû au travail (TW)	1.0	3.8	4.5	2.0
Préparation au travail (TR)	2.2	2.2	2.7	3.2
Temps de repos (TER)	20.8	24.1	20.7	23.4
Somme des allocations en %	28.7	36.5	37.5	38.5
Heures TG + allocations TG	6.5	5.8	6.2	6.0
Augmentation du rythme cardiaque par rapport au rythme cardiaque assis, relatif à TG	37	35	36	42
Part de temps mort dans TG (temps mort = attente due au mauvais temps, transport ou panne de machine) en %	8.5	8.8	4.2	7.1
Part du temps de repos pour les repas dans TG	18.4	20.2	22.1	20.7
Part du total des allocations dans TG en %	55.6	65.5	63.8	66.3
Total des heures de travail par jour (TOTAL)	7.9	7.0	7.4	7.3
Augmentation du rythme cardiaque par rapport au rythme cardiaque assis, relatif à TOTAL	32	30	31	36
Somme des pourcentages des allocations				
Sans allocation de repos pour les repas	37.2	45.3	41.7	45.6
Heures sans les temps de repos pour les repas	7.0	6.2	6.4	6.4

5.2 Extraction du bois au moyen de débardeurs

Les valeurs du rythme cardiaque mesuré pendant les opérations de débardage avec des débardeurs en terrain difficile font apparaître des pointes de la charge pour le conducteur. Des augmentations importantes du rythme cardiaque ont également été enregistrées au cours d'opérations d'entreposage et d'empilage lorsqu'elles sont faites à l'aide de ces machines sur les dépôts ou en bordure des routes forestières (tension de concentration). Le treuillage lors du tirage au sol implique également des valeurs élevées de la charge.

Etude ergonomique de l'extraction avec un débardeur

Symbole	Cycle	Temps min.	Moyenne du pouls	Augmentation des battements de coeur par minute au-dessus du niveau initial
L	Conduite à vide	2.8	113	32
H	Accrochage	1.5	115	34
LZ	Approche de la charge	4.8	130	49
V	Conduite en charge	2.2	124	43
LM	Entreposage au débardeur	1.5	127	46
LH	Entreposage à la main	1.0	130	49
H2	Décrochage	2.3	128	47
SM	Manipulation du câble	2.4	123	42
P	Allocation pour besoins personnels	2.0	85	4
VS	Allocations (autres que pour besoins personnels)	1.5	121	40
		22.0	120	39

5.3 Opérations avec les câbles-grues

Les valeurs du rythme cardiaque ont été enregistrées au cours du montage d'un câble-grue et pendant un certain nombre d'autres opérations isolées au moyen de câbles. Elles font apparaître des différences marquées de la charge sur les opérateurs de treuils et sur les ouvriers travaillant sur les lieux de la coupe ou sur les dépôts.

De toutes les opérations de montage, celles demandant le plus d'efforts sont de grimper aux supports, de tirer le câble porteur et de dresser le mât arrière. La conduite du treuil, le contrôle des activités pendant l'exploitation, les activités d'observation et la signalisation demandent des efforts en dessous de la limite physiologique, mais exigent une forte concentration et sont influencés par le bruit et parfois par les gaz d'échappement du moteur du treuil. On a rencontré également des valeurs de la charge très élevées au cours de la mise en tension du câble porteur, alors que des facteurs tels que le terrain et la pente s'ajoutent à la charge normale. Pour les activités sur le dépôt et lors du démontage, l'augmentation du rythme cardiaque a été négligeable.

Etude de la charge lors du tirage d'un câble pour différentes conditions de terrain

Lieu	Longueur du câble et diamètre	Pente %	Accessibilité	Force de traction	Rythme card. max.	Augmentation des battements du coeur/min. au-dessus du niveau initial
Route	30 m/11,5 mm	plat	très bonne	150-250	140	48
Route	" "	10 % en montant	très bonne	180-400	148	62
Terrain	" "	42 % en descente	trous-branches broussailles - mauvaise	150-350	144	50
Route	70 m/9 mm	plat	très bonne	140-400	168	83

6. INTRODUCTION AUX LISTES DE CONTROLE ERGONOMIQUE

Les listes de contrôle ergonomique servent à évaluer les méthodes de travail et à organiser ce travail. Au cours des années récentes, des listes de contrôle ont été dressées dans différents pays avec des objectifs variés. Certaines sont très générales, d'autres ont des buts précis.

Toutes les listes de contrôle sont conçues comme des questionnaires basés sur les principes ergonomiques et sur l'analyse des résultats, et qui décrivent les situations de travail systématiquement et aussi complètement que possible. Leur valeur d'information dépend de la portée et de la précision des questions, ainsi que des connaissances en ergonomie de l'utilisateur. Une évaluation ergonomique rapide est une fonction importante des listes de contrôle.

Remarques générales sur les listes de contrôle ergonomique

(Extrait de "Liste de contrôle pour l'évaluation ergonomique des machines forestières" dressée par le Docteur Rehschuh et le Docteur Tzschöckel, Mitteilung des KWF* - volume XIX, 1977.)

La liste de contrôle est destinée à évaluer ergonomiquement les machines forestières et a été élaborée et dressée par le département économique du travail du KWF (Administration des travaux et techniques en forêt, RFA). Elle est basée sur l'expérience acquise lors de l'application des première et seconde versions ainsi que sur d'autres listes de contrôle nationales ou étrangères, et fit l'objet de discussions avec différentes autorités. L'application de cette liste de contrôle demande des connaissances en ergonomie; son emploi est recommandé aux institutions telles que les stations d'essais de machines forestières, aux agents de supervision des machines forestières, aux centres techniques forestiers, aux concepteurs de machines forestières, ainsi qu'à des fins d'enseignement.

La liste de contrôle est conçue pour l'évaluation des machines forestières à l'exception des équipements portatifs à moteur - et consiste en un questionnaire accompagné d'explications. Les explications sont destinées à faciliter les réponses et à permettre l'application de normes générales aux réponses. Les normes internationales y sont incluses dans la mesure où elles sont connues et applicables.

* Administration des travaux et techniques en forêt, République fédérale d'Allemagne.

Etant donné que seules quelques évaluations sont normalisées, les explications donnent des valeurs de référence tirées de publications techniques. Ces valeurs se rapportent à des normes et des règlements en vigueur dans la République fédérale d'Allemagne et doivent être adaptées pour leur utilisation dans d'autres pays. Les valeurs indiquées correspondent à l'état actuel des connaissances en matière d'étude du travail, et leur mise à jour s'impose.

La liste de contrôle se divise en trois parties:

Première partie. Elle comprend une description générale, la vérification et la description de la machine ainsi que des données techniques.

Deuxième partie. Elle constitue la partie principale et contient les diverses questions nécessaires à l'évaluation. On coche la colonne correspondante avec un signe (+, 0, -). Si la question ne s'applique pas, il faut le signaler par la mention "sans objet".

Les réponses positives aux questions posées dans la deuxième partie permettent de supposer que la solution est ergonomiquement favorable; les réponses négatives indiquent un avis défavorable. Les questions ne sont pas classées selon leur importance.

Troisième partie. Elle contient un résumé et des recommandations. Si l'utilité d'une machine du point de vue ergonomique doit être appréciée (par exemple par comparaison avec d'autres machines), il peut parfois être suffisant de répondre à la troisième partie qui, dans ce cas, doit être soigneusement complétée.



Mesure du rythme cardiaque à la main avec un chronomètre
(Photo: Institut fédéral de recherches forestières)



Mesure de la concentration en gaz au moyen d'un détecteur à gaz
(Photo: Institut fédéral de recherches forestières)

UTILISATION DE LA TELEMESURE ET DES ORDINATEURS DANS LES MESURES ERGONOMIQUES POUR LA DETERMINATION ET L'EVALUATION DES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES DANS LA RECOLTE MECANISEE DU BOIS

par

Josef Wencl

Forstliche Bundesversuchsanstalt 1/

Il y a plusieurs années l'appareil destiné à mesurer le pouls à distance inventé par Friedberger et Laczinski en Autriche fut perfectionné par la Société autrichienne pour la médecine du travail. Depuis quelques années, l'Institut de technologie forestière de l'Institut fédéral de recherches forestières a utilisé cet appareil pour faire des études ergonomiques (c'est-à-dire la mesure du rythme cardiaque) dans des opérations forestières partiellement mécanisées. Le récepteur et l'intégrateur de la station réceptrice sont reliés à un enregistreur à coordonnées rectangulaires qui mesure le pouls de l'individu observé pendant toute la période d'étude. Le pouls est capté au moyen d'une cellule photographique fixée à l'oreille du patient.

Cet instrument s'est montré excellent dans tous les cas où la distance entre l'émetteur et le récepteur est courte. En raison de la faible puissance de l'émetteur, il n'est pas possible de faire des études ergonomiques à longue distance. Pour cette raison, les études de fatigue faites par l'Institut se sont concentrées d'abord sur l'abattage.

Les données recueillies firent l'objet de calculs et d'évaluation à l'aide de la règle à calcul et de machines à calculer courantes, et les résultats obtenus furent ensuite comparés avec des nomogrammes. Comme il faut faire un très grand nombre de mesures, le temps nécessaire pour aboutir à une évaluation et à une formulation des résultats des essais était considérable.

Etant donné la mécanisation croissante des opérations de récolte du bois, il devient nécessaire d'établir des profils physiologiques des phases de travail afin de pouvoir déterminer la fatigue à laquelle sont exposés les conducteurs des machines forestières telles que les débardeurs à roues à châssis articulé, les "processeurs" ou les machines de façonnage. A cet effet on emploie maintenant un appareil de mesure à distance capable de transmettre le pouls du conducteur jusqu'à un récepteur à très grande distance. De plus, cet appareil simplifie la procédure d'évaluation des données car il est relié à un ordinateur. Les progrès récents de la technologie de l'espace et des satellites ont entraîné une très forte réduction des dimensions des composants électroniques. En conséquence la télémesure (c'est-à-dire la transmission de données par fil ou radio) est utilisée de plus en plus en biologie et en médecine.

En principe, les instruments de télémesure fonctionnent de la manière suivante: des cellules sensibles captent un processus physique qui se produit dans l'objet ou le sujet en observation et le transforment en signaux au moyen d'un bloc traitant les données. A l'aide d'un émetteur multiplex qui permet de moduler plusieurs données à la fois, celles-ci sont transmises par un seul canal. La transmission s'effectue normalement à très haute fréquence. Les données sont d'abord décodées puis introduites dans un enregistreur ou sur une console de visualisation pour évaluation.

Ce type d'équipement mobile servant à mesurer, transmettre et analyser est devenu entre-temps un auxiliaire indispensable de la médecine du travail, des vols aériens, des soins intensifs, des sports et du trafic, ainsi que pour toutes les opérations de réanimation cardiaque. Ces équipements doivent permettre l'enregistrement précis et continu des paramètres physiques et physiologiques sur des objets ou des personnes se déplaçant librement, y compris les observateurs. Ils fournissent les bases techniques aux études à long terme et à des distances variées, à l'observation simultanée de différentes données, et à l'enregistrement multifactoriel de divers parametres. De plus, ils fournissent des données précises qui peuvent être retrouvées à n'importe quel moment.

1/ Institut fédéral de recherches forestières, Vienne.

L'équipement de télémesure décrit ci-dessus est fabriqué par Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) à Munich et est commercialisé sous le nom de Monitel 2. Il est basé sur un système de fréquence multiplex qui permet la transmission précise des données et dont l'emploi est fiable.



Equipement de télémesure et de traitement électronique des données installé dans un minibus Volkswagen (Photo: Institut fédéral de recherches forestières)

Vingt-sept canaux à haute fréquence dans la bande des 433 mégahertz sont disponibles pour la transmission sans fil de deux paramètres avec contrôle synchronisé.

Le système de télémesure consiste en un petit émetteur et un récepteur modulaire. Sa compacité et son faible poids facilitent l'utilisation mobile de l'émetteur qui n'impose aucune contrainte physique à la personne sous observation. L'émetteur peut être placé dans la poche ou fixé au casque protecteur ou à la ceinture. Le pouls est mesuré au moyen d'électrodes fixées sur la poitrine et l'enregistrement ressemble à un électrocardiogramme (ECG).

Le système Monitel 2 offre une large gamme d'applications allant bien au-delà du simple électrocardiogramme. En employant des émetteurs et des récepteurs convenables, des paramètres tels que le rythme respiratoire, la température de la surface de la peau, etc., peuvent être captés et transmis par radio. Selon les conditions de terrain, les fonctions physiologiques et biologiques d'un opérateur peuvent être observées à plusieurs kilomètres. Un jeu de batteries du commerce permet le fonctionnement de l'émetteur en continu pour au minimum 30 heures. Le récepteur consiste en une unité séparée d'environ 48 cm. En plus de l'oscilloscope, on peut relier un certain nombre d'autres instruments au système de télémesure. Electrocardiographe, enregistreur sur bande magnétique, ou convertisseur digital analogique permettent une observation plus poussée et la transformation des signaux.

La totalité de l'équipement utilisé est installée dans un minibus Volkswagen et est donc parfaitement mobile. Le Centre fédéral d'essais pour les machines agricoles de Wieselburg-Erlauf, Basse-Autriche, a réuni les équipements de mesure, de conservation et d'analyse et a fait un excellent travail en élaborant la disposition des équipements d'essais. L'énergie est fournie par une génératrice avec un moteur à essence, par l'intermédiaire d'accumulateurs et d'un transformateur de manière à obtenir du 220 V alternatif. Une antenne télescopique assure une réception parfaite dans les limites d'opération. Un ordinateur Digital Equipment, modèle PDP 11/03, système RT 11 constitue l'unité d'analyse.

A l'aide de cet ordinateur, l'électrocardiogramme et le rythme respiratoire de l'individu observé peuvent être transmis par un émetteur à deux canaux et, simultanément, les temps des phases du travail, relevés par un expert de l'étude du travail, peuvent être transmis par un émetteur à un seul canal. On prévoit une extension de l'équipement pour permettre l'observation simultanée des données biologiques et des résultats des études de temps de quatre personnes à la fois.

L'équipement de traitement électronique des données offre de grands avantages pour la collecte et l'analyse des données. De cette façon, le personnel chargé des essais est débarrassé du travail long et fastidieux que constituent les calculs; les erreurs humaines sont réduites au minimum, les résultats sont obtenus beaucoup plus rapidement et le volume des informations est augmenté. De plus, les résultats des essais étant imprimés automatiquement, leur diffusion est plus rapide, ils peuvent être reproduits plus facilement, la comparaison avec les valeurs normatives est automatique et la recherche des données dans un but statistique est rapide.



Audiomètre utilisé pour détecter la perte de l'ouïe (Photo: T. Pasca)



Treuil à simple tambour se remontant lui-même à travers la forêt
(Photo: R. Heinrich)

ETUDE DES TEMPS DANS LES OPERATIONS DE DEBARDAGE

par

Erich Hauska

Forstliche Bundesversuchsanstalt 1/

1. INTRODUCTION

Les études de temps dans les opérations de débardage ont trois fonctions: planification, exécution et évaluation, l'accent étant mis sur les deux premières. L'évaluation est un simple travail de calcul dicté par l'objectif même de l'étude des temps. Les études de temps doivent être faites par des spécialistes.

2. PLANIFICATION

2.1 But

Etude des temps pour les données sur le rendement du débardage (temps nécessaire par unité). De ces données on peut déterminer le taux d'utilisation (fréquence) et le rapport économique d'une machine ainsi que la productivité de la main-d'oeuvre. Ils servent également de base au calcul des prix de revient du débardage, et par conséquent permettent une bonne planification des opérations de débardage. Le but des études de temps doit être clairement précisé.

2.2 Conditions

Avant de commencer des études de temps, il faut que la direction et les employés soient d'accord sur leur nécessité.

Le personnel employé au débardage doit être formé; il doit être familiarisé avec l'outillage et les machines.

L'état des outils et des machines doit être vérifié avant tout, et les défauts possibles doivent être éliminés afin de garantir des opérations sans heurts et prévenir les accidents.

2.3 Travail préparatoire

Aussi bien le processus de travail que les opérations individuelles de débardage doivent être étudiés. La portée et les limites des opérations individuelles doivent être déterminées afin de pouvoir estimer le temps exact nécessaire à chaque opération.

Les caractéristiques du terrain sont identifiées et classées selon la pente, la topographie, les conditions de terrain, la densité des peuplements, etc. Le temps nécessaire au déplacement sur des distances égales mais selon des terrains de conformations différentes est mesurée.

3. EXECUTION

Etant donné que les observations doivent porter sur le travail humain, les outils mécaniques et les machines, il est souhaitable de faire les études sur la journée entière. La durée des observations dépend des objectifs de l'étude; elle peut atteindre une semaine et même plus.

Le nombre de personnes effectuant les études de temps dépend de la méthode de relevé choisi et du type de service à observer (hommes, outils, machines). Elles doivent disposer de tout le nécessaire tel que chronomètres, feuilles de chronométrage, formulaires, etc. On commence par de courts essais, puis on procède aux ajustements nécessaires, et l'étude proprement dite peut commencer.

1/ Institut fédéral de recherches forestières, Vienne.

3.1 Méthode de relevé de temps

Il existe différentes méthodes de relevé de temps pour les études du débardage.

3.1.1 Chronométrage continu

Cette méthode convient particulièrement à l'illustration du processus de travail car le temps nécessaire à chaque unité de travail est enregistré ainsi que l'heure de la journée. Avec un tel enregistrement, il est facile de déterminer le temps d'arrêt machine et le temps d'attente du travailleur, situations qui se présentent généralement lorsque plusieurs groupes au travail sont associés. Il faut alors procéder à des ajustements dans le travail.

3.1.2 Chronométrage d'opérations partielles

On applique cette méthode lorsqu'il n'est pas nécessaire d'obtenir un enregistrement chronologique du processus de travail.

Le temps absolu nécessaire pour chaque unité de travail ou chaque équipe est enregistré sur les formulaires. Ces entrées se font directement sous leur rubrique respective et peuvent ainsi être additionnées et analysées facilement. Cette méthode exige une profonde connaissance du processus de travail.

Les deux méthodes exposées ci-dessus demandent un nombre relativement important de chronométreurs, généralement un par ouvrier.

3.1.3 Méthode des observations instantanées

Dans cette méthode, 11 opérations effectuées par un ouvrier sont codées au moyen d'un symbole et enregistrées à certains intervalles (généralement une fois par minute). Bien que les valeurs obtenues ne soient pas absolues, la précision des besoins en temps de chaque opération est suffisante si l'on fait assez de relevés. L'évaluation se fait en additionnant les symboles identiques. Le besoin total en temps d'une unité d'opération est normalement exprimé en pourcentage.

L'avantage de cette méthode est qu'un chronométreur peut observer plusieurs ouvriers ou machines pendant l'intervalle choisi.

3.2 Détermination des volumes et des conditions spéciales de travail

Afin de déterminer le temps nécessaire par unité de volume de bois, il faut connaître le montant du bois qui a été débardé. Cela se fait en mesurant les grumes (diamètre et longueur) et parfois également en estimant leur qualité. Dans le cas du débardage avec des animaux de trait, avec des machines ou avec des câbles, le volume du bois est calculé pour chacune des charges, ce qui permet de déterminer des valeurs comparatives.

Etant donné que sur des terrains différents le débardage latéral jusqu'aux pistes principales demande beaucoup de temps, les distances et les caractéristiques du terrain doivent être notées soit en valeurs moyennes, soit pour chacune des opérations. Il est également important de connaître les conditions climatiques et les changements qui ont une influence sur le temps nécessaire.

4. EVALUATION

L'évaluation peut se faire au moyen de calculs ou par analyse à l'ordinateur si suffisamment de données ont été enregistrées. Si on doit utiliser l'ordinateur il faut en tenir compte lors de la planification afin de ne pas perdre de temps à faire les ajustements appropriés aux enregistrements des données.

ETUDES DU TRAVAIL EN FORESTERIE

par

Othmar Frauenholz

Forstliche Ausbildungsstätte Ort 1/

1. INTRODUCTION

L'objectif des études du travail est d'augmenter le profit d'une entreprise tout en tenant compte des capacités et des besoins des ouvriers; de simplifier le travail (pour que le travail produise plus avec moins d'effort physique, en moins de temps); et de rationaliser par la mécanisation (en utilisant la machine convenable au bon moment et à la bonne place).

Les éléments de l'étude du travail sont les suivants:

- Etude des temps et recueil des données
- Etude de la pénibilité
- Etude des méthodes
- Etude du poste de travail
- Calcul des coûts
- Organisation du travail
- Instructions pour le travail

2. ETUDE DES TEMPS ET RECUEIL DES DONNEES

2.1 Etude des temps

Le temps est, à bien des égards, un indicateur important de l'efficacité du travail. En utilisant le temps comme critère, toutes les opérations peuvent être analysées, décrites et optimisées. Le temps joue un rôle significatif dans l'organisation analytique du travail. Il sert de mesure à l'efficacité et de base à toutes les autres considérations telles que l'établissement de normes ou les améliorations.

Rendement: Il est toujours exprimé en termes de temps (rendement par unité de temps, par exemple mètre cube par heure; ou temps nécessaire par unité, par exemple tant d'heures par mètre cube).

Pénibilité: Elle s'étudie en mesurant le rythme cardiaque ou l'apport en calories ou en joules par unité de temps.

Coûts: Ils sont déterminés sur la base des temps machine ou des temps main-d'oeuvre par unité.

Mode opératoire: Il est analysé en observant le temps nécvessaire pour chaque opération.

Poste de travail: Il est étudié en observant le temps nécessaire, la pénibilité et le déroulement du travail dans des conditions variées.

Organisation du travail: Pour cela, on compare le temps nécessaire, l'effort imposé au travailleur et le coût de différents modes opératoires.

Temps nécessaire: Il est indispensable de le connaître pour déterminer le temps de référence nécessaire pour s'acquitter d'une fonction.

1/ Centre de formation forestière d'Ort, Autriche.

2.1.1 Le temps en tant que facteur du circuit de production

L'étude du travail distingue:

a) Temps main-d'oeuvre (est le temps dont a besoin un ouvrier pour achever sa tâche, temps passé par les salariés et les employés).

b) Temps machine (est le temps pris par l'utilisation des équipements: machines, outils, appareils, installations, moyens matériels, etc.).

c) Temps matières (temps nécessaire à la production, à l'extraction, à la préparation et la transformation des matériaux au cours du processus de travail).

Le temps main-d'oeuvre peut se diviser en temps actif, direct ou indirect et en temps d'attente.

Le temps machine se compose du temps machine pur, du temps machine secondaire et du temps d'arrêt machine ou temps mort.

Le temps matières comprend le temps passé à la préparation des produits, le temps de manutention et le temps mort.

La relation entre les différentes catégories de temps apparaît lorsqu'on les dispose de la façon suivante:

TEMPS MAIN-D'OEUVRE	temps actif direct	 indirect	temps d'attente
TEMPS MACHINE	temps machine pur	temps machine secondaire	temps d'arrêt machine
TEMPS MATIERES	temps technologique	temps manutention	temps mort

Seules une définition très précise des concepts de temps indiqués ci-dessus et une répartition exacte de leur incidence dans le processus de travail permettent d'obtenir des informations significatives sur l'emploi économique et efficace du temps. Les résultats d'une étude des temps aident à évaluer la précision de la répartition

Bien qu'une estimation approximative des temps employés puisse donner une idée des rendements par unité de temps ou du temps nécessaire par unité, ce procédé a le défaut de ne pas indiquer comment le travail a été effectué.

2.1.2 Catégories de temps

Temps de travail véritable (GWT)

Le temps de travail véritable se définit comme le temps qui peut être directement attribué à la séquence de travail, c'est-à-dire le temps nécessaire pour l'exécution d'une tâche.

Cette catégorie peut être encore divisée:

Temps main-d'oeuvre: activité principale et arrêts nécessités par la séquence de travail (i.e. attente ou déplacement)

Temps machine: temps machine pur, temps machine secondaire, arrêts nécessités par le processus (i.e. attente).

Temps général (GT)

Il comprend l'allocation d'attente, le temps de repos, les temps de mise en route et de rangement. Ces catégories dépendent des besoins individuels des ouvriers, des exigences de la tâche ou de l'organisation.

Allocations de fonction: remplissage du réservoir de carburant du véhicule, affûtage des outils, petites réparations, telles que le réglage du carburateur, resserrer les écrous, etc.

Allocations personnelles: pour changer de vêtements, se moucher, et autres besoins personnels.

Allocations d'organisation: discussions avec le chef de district, ou avec le superviseur de la tâche, coordination du travail en équipe, etc.

2.2 Recueil des données

2.2.1 Catégories

Les catégories de données recueillies sont les suivantes:

Temps: le temps nécessaire à chaque séquence est exprimé en 1/100 de minute, minutes ou heures; temps nécessaire pour chaque unité, temps nécessaire pour chaque cycle, temps nécessaire pour chaque processus.

Quantité de référence: le résultat du travail effectué dans chaque cycle pendant un temps précisé. La quantité de référence peut être exprimée en mètres cubes, en nombre de pièces, en distance, en longueur ou en surface.

Déterminants: ce sont les facteurs influençant le temps nécessaire pour la quantité de référence et indiquant les conditions selon lesquelles un certain rendement a été obtenu. Ces déterminants sont surtout:

Machines et équipements, caractéristiques de l'emplacement de travail, temps, séquence de travail, mode opératoire et circuit de production, méthodes de travail, état de l'objet du travail, prescriptions de qualité et capacités de l'ouvrier.

2.2.2 Application des données

Les données constituent la véritable base de toute décision en matière de:

a) planification et organisation du travail

b) choix des modes opératoires

- comparaison des manières de travailler, détermination de l'efficacité des méthodes de travail, des machines et des équipements
- études de pénibilité
- calculs des coûts

c) paiement des salaires et des appointements

- détermination du temps de référence, des primes et des échelons, etc.

d) supervision

- vérification des rendements, calculs correcteurs
- vérification des résultats des opérations de l'entreprise

La quantité de données réunies dépend pour chaque cas de leur application. Il peut suffire parfois d'obtenir, des données recueillies, une simple orientation, alors que dans d'autres cas il est nécessaire de procéder à une analyse détaillée comme pour établir le temps de référence pour une tâche, une phase ou une fonction déterminée.

2.2.3 Observations du temps

Le temps observé est exprimé en 1/100 de minute, en minutes ou en heures, pour chaque cycle, et est calculé pour chaque unité et chaque processus de travail.

2.2.4 Formules de temps

2.2.4.1 Chronométrage continu

Le temps est relevé et enregistré à chaque top; la différence de temps équivaut à la durée de la séquence observée.

Avantages: On peut reconstituer la séquence de travail; les erreurs de lecture et d'enregistrement peuvent être retrouvées par la suite; il suffit d'un chronomètre simple.

Inconvénients: Il faut calculer chaque élément de temps; on ne peut observer qu'un ouvrier ou qu'une machine à la fois; les séquences courtes ne peuvent être enregistrées qu'avec difficulté; il faut décrire la séquence pour chaque valeur de temps.

2.2.4.2 Méthode du retour à zéro

Le chronomètre est remis à zéro à chaque séquence. On distingue la méthode utilisant les feuilles d'observation de celle qui ne les utilise pas. Dans la première, où toutes les valeurs de temps particulières sont notées sur la feuille d'observation, les avantages et les inconvénients sont les suivants:

Avantages: Pas de calculs des différences; la description des séquences n'est pas nécessaire.

Inconvénients: On ne peut pas reconstituer la séquence de travail; les erreurs de lecture ou d'enregistrement sont difficiles à constater et ne peuvent être repérées que dans chacune des séquences de contrôle. Un chronomètre spécial est nécessaire. Un seul ouvrier ou une seule machine peuvent être observés à la fois.

Dans la méthode du retour à zéro sans feuilles d'observation, les valeurs de temps particulières sont notées consécutivement comme dans le chronométrage continu.

Avantages: Evaluation plus rapide étant donné qu'il n'y a pas lieu de faire le calcul des différences.

2.2.4.3 Méthode des observations instantanées (échantillonnage)

On n'observe pas le temps écoulé mais on détermine la fréquence à laquelle se produit une activité au cours d'une séquence. Toutes les demi-minutes ou toutes les minutes, on enregistre le nombre de répétitions d'une activité. En règle générale, on utilise des feuilles d'observation.

Avantages: Un spécialiste de l'étude du travail peut observer plusieurs ouvriers ou machines à la fois. Les courtes séquences sont enregistrées sous une forme représentative pourvu que les études de temps soient menées sur une période suffisamment longue. Il n'est pas nécessaire d'observer les tops avec précision. Une simple montre ou un chronomètre simple suffisent.

Inconvénients: On ne peut reconstituer la séquence de travail; les erreurs peuvent être retrouvées seulement jusqu'à la dernière section de contrôle.

2.2.5 Contrôle des temps

Afin de vérifier les enregistrements, les études de temps sont divisées en sections de contrôle. La différence indiquée par les aiguilles de la montre entre le début

et la fin de la section de contrôle correspond au temps vérifié (temps de référence). La somme de toutes les valeurs de temps particulières de la section de contrôle (temps relevé) doit être égale au temps de référence ± 3 % dans le cas de temps main-d'oeuvre et ± 5 % dans le cas de temps machine. Les erreurs qui n'excèdent pas ces valeurs sont réparties sur la séquence. Si l'erreur dépasse ces pourcentages, on ne peut utiliser les valeurs recueillies pour cette séquence.

La quantité de référence est déterminée pour chaque cycle. Un cycle peut être l'abattage d'un arbre, ou un déplacement (voyage à vide d'un véhicule, demi-tour, déroulage du câble, approche de la charge, voyage en charge demi-tour), ou correspondre à une surface (nettoie- ment de jeunes peuplements, reboisement).

Quantités de référence: Mètres cubes récoltés avec ou sans écorce, nombre d'arbres, distance et superficie.

Déterminants: Ils sont notés et décrits pour chacun des cycles.

a) Emplacement de travail: caractéristiques du sol, surface du sol, couverture morte et végétation au sol, lianes, épaisseur de la neige, etc.

b) Mode opératoire, séquences et méthodes de travail.

c) Ouvrier (âge, formation, capacités).

d) Machines et équipement (description détaillée indiquant les dimensions, poids, estimation des rendements).

e) Objet du travail (c'est-à-dire forme des arbres, dimensions, dispositions des branches, sève, etc.).

f) Temps (températures, précipitations, couvert nuageux, etc.

Tous ces facteurs exercent une influence sur le rendement. Certains d'entre eux peuvent être quantifiés, mesurés ou comptés, alors que d'autres ne peuvent être décrits que de façon trés générale.

Les valeurs de temps déterminées au moyen des études de temps sont considérées comme "temps réels". Pour obtenir les temps de référence il faut effectuer une évaluation de rendement pour chacune des séquences de travail.

2.3 Rendement de référence et efficacité

Définition

Le rendement de référence (ou jugement d'allure), auquel on arrive à l'aide des études de temps et d'une estimation de l'efficacité, se définit comme le type de mouvements que l'observateur considère comme particulièrement harmonieux, naturels et bien équilibrés en termes de gestes individuels, leur succession et leur coordination. Les expériences ont montré que le rendement de référence peut être obtenu par n'importe quel ouvrier capable, bien formé professionnellement et entièrement familiarisé avec son travail. Ce rendement doit être maintenu pour de longues périodes et peut être atteint par tous les ouvriers pris dans leur ensemble, pourvu que les périodes respectées pour les besoins personnels et pour le repos soient utilisées comme prévu et que les ouvriers ne soient pas gênés dans l'épanouissement de leurs capacités.

Le rapport entre le rendement réel observé et le rendement de référence exprime l'efficacité. Une efficacité de 100 pour cent correspond au rendement de référence; 120 pour cent signifient que le rendement observé dépasse de 20 pour cent le rendement de référence.

2.4 Rendement moyen

On peut employer, à des fins diverses, le rendement moyen au lieu du rendement de référence. Le rendement moyen se rapporte au rendement obtenu par un groupe de travailleurs ou par un ensemble de machines et peut être exprimé par une certaine valeur.

2.5 Equipement auxiliaire pour le recueil des données

Chronomètres de type totalisateur, avec poussoir de remise à zéro, avec indication de vitesse, combinaison de montres et de chronomètres électroniques.

Ils doivent être faciles à lire, avoir une aiguille des minutes sauteuse, une aiguille des heures et un dispositif d'enregistrement.

Planchette à écrire avec système de fixation des feuilles d'observation et un casier pour ranger le papier (afin que l'observateur ait les mains libres).

Feuilles d'observation (feuilles pour la description des tâches, feuilles d'enregistrement des temps, feuilles des données de référence avec les déterminants).

Compilation des données

a) Planification

- définir le processus de travail
- décrire le mode opératoire, la séquence de travail et les méthodes
- décrire la tâche à effectuer
- définir les normes minimums de la qualité du travail
- définir la durée de l'étude des temps
- choisir les formules de temps
- choisir les données relatives aux quantités de référence
- décider si les déterminants doivent être quantifiés ou simplement décrits selon leur caractère
- examiner le rythme de l'allure naturelle

b) Préparation

- informer le personnel, la direction, obtenir l'autorisation des syndicats d'utiliser les données comme base de paye
- sélectionner les ouvriers, les emplacements de travail, ainsi que les
- machines et équipements qui seront observés
- marquer les distances avec des jalons, faire quelques études préliminaires des quantités de référence et des déterminants
- donner des instructions aux ouvriers et les informer du travail et de la paye
- faire une suite d'essais, observer le déroulement du travail, et diviser le processus en séquences; choisir les tops et les sections de contrôle
- préparer les feuilles d'observation, vérifier ou se procurer tous les instruments et les autres équipements nécessaires à l'étude des temps
- donner des instructions aux assistants des spécialistes de l'étude
- effectuer des études des tests.

c) Exécution des études de temps

- exécuter des études d'une journée entière, observer le temps nécessaire à chaque séquence, enregistrer les quantités de référence, et les déterminants pour chaque cycle en indiquant les sections de contrôle
- si nécessaire, effectuer des estimations d'efficacité.

2.6 Evaluation des données enregistrées

i) Calculer le temps nécessaire à chaque séquence
ii) Calculer les quantités de référence
iii) Calculer les éléments de temps, évaluer les valeurs de temps réel et de temps de référence
iv) Calculer le temps utilisé pour chaque unité et évaluer le rendement
v) Evaluer les résultats.

Ad. i) Calculs des temps

Dans la méthode de chronométrage continu les temps sont calculés par soustraction. Avec la méthode des observations instantanées (échantillonnage), on compte les observations pour chacune des séquences. Les temps calculés ou enregistrés sont comparés pour chaque section de contrôle.

Les tolérances peuvent varier selon les objectifs de l'étude. Les observations faites pour une section de contrôle ne sont significatives que si les temps relevés dépassent de plus de 3 pour cent le temps main-d'oeuvre normal et de plus de 5 pour cent le temps machine normal.

Les erreurs inférieures, respectivement, à 4 et 5 pour cent sont distribuées sur l'entière section de contrôle. Les déviations mineures de la normale peuvent être négligées dans certains cas si cela n'affecte pas les objectifs de l'étude. Lorsqu'on emploie la méthode des observations instantanées, les temps relevés pour une section de contrôle peuvent être divisés par le nombre d'observations dans chaque séquence.

Ad. ii) Calculs des quantités de référence

Il est recommandé d'inscrire les quantités de référence choisies (volume, nombre d'unités, surfaces), ainsi que quelques déterminants particulièrement significatifs (tels que distances, par exemple, dans le cas de transports) et cela pour chaque cycle de la liste d'évaluation.

Ad. iii) Détermination des catégories de temps

Avant d'enregistrer les temps de chacune des séquences, il faut déterminer la catégorie à laquelle appartiennent ces temps (c'est-à-dire temps de travail réel, temps normal ou temps général).

Evaluation du temps relevé

En règle générale, seul le temps réel de travail (temps normal) est utilisé pour évaluer le rendement réel. Le temps général n'est pris en considération que si l'étude s'étend sur une longue période ou si elle intervient, de manière typique, à des intervalles irréguliers. Toutes les catégories de temps sont additionnées et la somme totale est alors représentée en pourcentage du temps normal; le pourcentage ainsi calculé est alors, pour chaque cycle, ajouté au temps normal.

Le temps relevé total (temps réel de travail plus temps général) est alors utilisé pour calculer le rendement effectif par unité de temps ou pour déterminer le temps nécessaire pour chaque unité.

Lorsqu'on fait des études de temps plus courtes, seules les valeurs du temps normal (temps réel de travail) enregistrées sont utilisées et le temps général est ajouté sous forme de pourcentage calculé sur la base de valeurs empiriques. Ces valeurs empiriques sont obtenues à partir d'études de temps ou évaluées au moyen d'études des allocations. Si le travail se prolonge au-delà des limites maximums de tolérance, il faut prévoir des allocations de repos. Celles-ci sont calculées sur la base d'études sur la fatigue.

Etudes du temps normal

Les temps normaux réels sont multipliés par un coefficient de rendement (efficacité supérieure à 100) et notés sur la feuille d'évaluation des temps normaux. Le temps général est exprimé en pourcentage et est ajouté au temps normal sur la base d'observations empiriques. Le temps nécessaire par unité ou le rendement pour chaque unité de temps est rapporté au temps normal et le temps total nécessaire à chaque cycle est alors calculé.

Si l'on connaît les pourcentages d'une répartition idéale des éléments de temps (selon le REFA 1/) d'un travail déterminé d'après des études de fatigue et d'allocations, on peut calculer le rapport entre le temps général et le temps normal.

1/ Procédures d'étude des temps établies par un organisme allemand spécialisé dans l'étude des temps.

Diagramme d'étude des temps

L'étude des temps peut se représenter graphiquement sous la forme d'un "arbre". Les ramifications choisies dépendent dans chaque cas des objectifs de l'étude.

2.7 Interprétation des résultats

Calcul de la valeur moyenne, de la déviation standard et du coefficient de variation

Valeur moyenne

$$\frac{\text{somme de toutes les valeurs de temps par cycle}}{\text{nombre de cycles}}$$

En règle générale, la valeur moyenne est calculée pour le temps normal, seulement pour certaines distances en cas de débardage; en cas d'abattage, pour des arbres de même diamètre seulement.

Déviation standard

La déviation standard est calculée en utilisant l'équation suivante:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \left(\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}\right)}$$

n = nombre de toutes les données observées (séries de lectures)

x = somme de toutes les données observées

x^2 = somme des carrés des données observées

s = déviation standard

Coefficient de variation

Le coefficient de variation est le pourcentage des déviations standards par rapport à la valeur moyenne:

$$Vo = \frac{s}{\frac{\bar{x}}{100}} = \%$$

Voir un exemple dans les pages suivantes.

La déviation standard indique si une valeur moyenne est représentative des conditions observées et jusqu'à quel point on peut généraliser. Il n'y a pas de règle générale au sujet des maximums admissibles pour la déviation standard et pour le coefficient de variation; l'importance de la valeur moyenne et le but pour laquelle elle est utilisée sont les critères essentiels. Temps total de travail, temps réel nécessaire pour chaque cycle ou phase.

Corrélation des données

En utilisant un système de coordonnées et en reportant les valeurs de temps calculées ou relevées on peut illustrer la corrélation des données; par exemple, le temps nécessaire à un voyage peut être porté en ordonnée et la distance couverte au cours d'un voyage en abscisse; de même, le temps nécessaire pour produire un mètre cube de bois abattu en indiquant le diamètre moyen, et le diamètre à hauteur de poitrine.

Evaluation des déterminants non quantifiables

Pour toutes les données calculées ou représentées graphiquement, il faut décrire tous les facteurs qui peuvent avoir une influence mais ne peuvent être quantifiés, tels que les caractéristiques d'une piste de débardage, conditions qui peuvent entraîner des temps excessifs (arbre encroué au cours de l'abattage par exemple).

Par principe, les études de temps destinées à fixer des temps de référence doivent être menées avec le maximum de soins et de responsabilité. La question de décider si une valeur donnée est représentative ou non doit faire l'objet d'une extrême attention.

Exemple de détermination de la valeur moyenne, de la déviation standard et du coefficient de variation:

Etude faite durant une journée entière portant sur une éclaircie, abattage de 95 arbres, sur lesquels 16 avaient un diamètre moyen de 10 cm. Le temps normal nécessaire est exprimé en minutes.

x	x^2
5,44	29,59
3,69	13,62
4,94	24,40
4,93	24,30
3,59	12,89
3,43	11,76
4,23	17,89
3,33	11,09
3,60	12,96
4,30	18,49
4,35	18,82
3,07	9,42
3,64	13,25
4,41	19,45
3,89	15,13
4,96	24,60
$\sum x = 65.80$	$\sum x^2 = 277.76$

valeur moyenne $x = \frac{\sum x}{n} = \frac{65,80}{16} = 4,11$ minutes

s = déviation standard

$$s = \sqrt{\frac{1}{15}} \cdot \left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right)$$

$$= \sqrt{0,066 \cdot \left(277,76 - \frac{4329,64}{16}\right)}$$

$$= \sqrt{0,47256} = \pm 0,69 \text{ minutes}$$

Vo = coefficient de variation

$$Vo = \frac{s}{\frac{\bar{x}}{100}} = \pm 17\%$$

3. TESTS DE TOLERANCE

Le travail impose à l'homme des efforts variés.

3.1 Effort physique: travail statique ou dynamique, déplacement sur le terrain.

L'effort physique peut être évalué à la main ou par télémesure pendant l'exécution du travail.

Sur la base d'une journée de travail de huit heures, la limite maximum tolérable de l'effort est atteinte lorsque l'augmentation du pouls du travailleur est de 35 battements à la minute (par rapport au pouls au repos, assis). Lorsqu'un effort continu dépasse ces limites, il faut organiser des périodes de repos de façon à ne jamais dépasser ladite limite. De courtes périodes de repos sont allouées selon les besoins, jusqu'au retour à la normale (c'est-à-dire quand le pouls est redevenu à peu près normal).

3.2 Efforts provoqués par les facteurs de l'environnement (temps, bruit, vibrations, gaz d'échappement, etc.).

Les efforts dus à ces facteurs peuvent être évalués et réduits à des limites tolérables ou supprimés au moyen de mesures de protection.

Temps: vêtement de protection, abris mobiles sur les emplacements de travail, bonne organisation des périodes de travail (en tenant compte des saisons).

Bruit: protection active contre le bruit au-dessus de 90 décibels (tampons d'oreilles ou protège-oreilles, insonorisation) ou réduction du bruit au moyen de techniques appropriées. Réduction de l'effort par des mesures d'organisation (par exemple, choix des modes opératoires, succession des opérations, méthodes de travail).

Vibrations, gaz d'échappement: améliorations techniques, raccourcissement des périodes d'exposition grâce à des mesures d'organisation.

4. SEQUENCE DES OPERATIONS

La séquence des opérations est observée pour pouvoir décrire ses effets positifs ou négatifs sur les ouvriers et leur rendement, les analyser et si nécessaire les confirmer par des études de temps.

5. ETUDE DE L'EMPLACEMENT DE TRAVAIL

L'emplacement de travail est analysé pour savoir s'il convient à certains types de travaux: les critères d'évaluation sont le temps passé, le rendement, la pénibilité et la sécurité. Si cela s'avère nécessaire, certains éléments du processus de travail peuvent être transférés à d'autres emplacements plus favorables à ce genre de travail.

6. ETUDE DES COUTS

Pour l'étude du travail, on utilise la méthode du calcul des coûts directs par section (coûts recherchés: coûts unitaires selon certaines circonstances; coûts salariaux et coûts des machines et de l'équipement).

7. ETUDE TECHNIQUE DU TRAVAIL

L'étude technique du travail a pour objectif la sélection du système optimum de travail (modes opératoires, machines et équipement, séquence des opérations, méthodes de travail, objet du travail) en termes de rendement et d'emplacements de travail humanisés, et selon certains facteurs ayant une influence (caractéristiques de référence du terrain, nombre de personnes disponibles pour le travail, etc.) tout en améliorant la rentabilité de l'entreprise forestière.

L'étude technique du travail est basée sur l'étude des temps, la pénibilité, le déroulement du travail, les emplacements de travail et les coûts.

7.1 Etude technique analytique du travail

L'ingénieur du travail observe les processus, réunit des données telles que le temps nécessaire, les quantités de référence, les facteurs déterminants et les coûts unitaires, les évalue, et ajuste le système de travail ou les éléments de celui-ci selon le but fixé ou le processus.

7.2 Etude technique de synthèse du travail

L'ingénieur du travail emploie les processus classiques et les éléments du travail pour en faire la synthèse en un système de travail.

En règle générale, les deux méthodes ne peuvent être séparées l'une de l'autre; normalement les deux méthodes sont utilisées alternativement pour élaborer un système de travail. L'étude technique du travail est un processus continu, dans lequel le travail est gouverné par les développements technologiques, les besoins du marché et de la main-d'oeuvre, ainsi que par les nécessités biologiques.

8. INSTRUCTIONS DE TRAVAIL

Les instructions pour le travail doivent consister en explications des processus aux personnes impliquées dans l'exécution de la tâche.

Les instructions peuvent signifier apprendre quelque chose de nouveau, apprendre quelque chose de meilleur, ou apprendre à faire quelque chose d'une manière différente. Parmi les différentes méthodes d'instruction, celle des quatre phases s'est montrée particulièrement utile:

Première phase: mettre l'ouvrier au courant du processus (éveiller son intérêt, faire des démonstrations et discuter la tâche).

Deuxième phase: l'ouvrier recevant l'instruction essaye d'effectuer le travail sous la direction de l'instructeur.

Troisième phase: l'ouvrier répète le processus plusieurs fois, mettant en pratique ce qu'il a appris durant la phase 2.

Quatrième phase: plus besoins de pratique, perfectionnement du savoir-faire.

DEFINITION DES TERMES

Méthode opératoire

La méthode opératoire est définie comme le moyen technologique d'atteindre l'objectif d'une tâche.

En exploitation forestière, une pratique courante veut que l'on donne au mode opératoire le nom de l'état dans lequel le bois est exploité, car cela indique la méthode technologique employée.

Méthode des assortiments
- abattage et façonnage en assortiments à la souche, en employant des scies à chaîne
- transport des assortiments jusqu'à la piste de débardage au moyen de tracteurs à roues, débardeurs à roues à châssis articulé, câbles-grues ou à la main, etc.

Méthode des fûts entiers
- abattage, ébranchage du côté supérieur du fût à la souche, en employant des scies à chaîne
- transport des fûts jusqu'à l'emplacement de façonnage ou jusqu'à la route en utilisant un débardeur
- façonnage (tronçonnage, ébranchage final au moyen d'une scie à chaîne)

Méthode des arbres entiers
- abattage à la scie à chaîne
- transport des arbres jusqu'au chantier de façonnage ou jusqu'à la route avec un débardeur
- façonnage mécanisé au moyen d'un "processeur" (ébranchage, tronçonnage, écorçage)

Méthode entièrement mécanisée
- abattage et façonnage sur les lieux de la coupe au moyen de "processeurs" (combinant divers modes opératoire)

Séquence du travail

En termes d'organisation

Qu'est-ce qui doit être fait?
A quel moment? (c'est-à-dire le minutage des opérations)
Où? (c'est-à-dire l'emplacement de travail)

Chaque processus particulier doit être identifié et il faut décider si plusieurs processus seront effectués simultanément ou bien l'un après l'autre, à des emplacements différents ou à la même place, par exemple dans le cas du travail d'un arbre: enchaînement du travail continu ou discontinu?

En termes de technique

Comment le travail doit-il être fait?
La succession des opérations est spécifiée et décrite (méthode de travail).

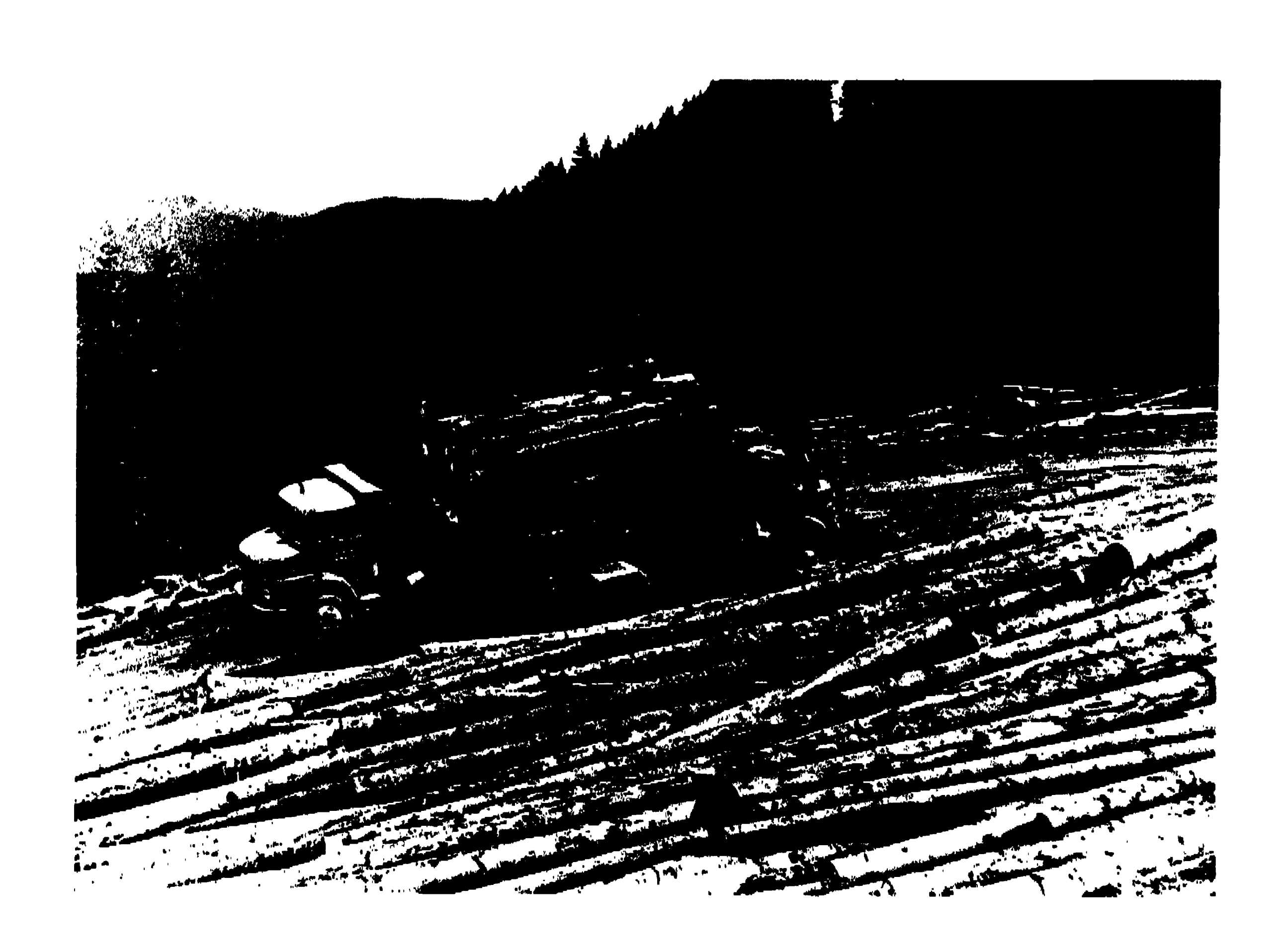
Méthode de travail

Elle se définit comme la succession des opérations qui est précisée dans le détail, divisée, si nécessaire, en éléments de travail, et qui dépend des techniques, des machines et de l'équipement, ainsi que du matériel et des fournitures utilisés par le travailleur.

La méthode de travail peut être observée et précisée au moyen de l'analyse des tâches et peut être enseignée aux ouvriers que l'on forme.

Techniques de travail

Il s'agit d'une approche personnelle du processus de travail en employant une méthode de travail donnée et qui varie d'un individu à l'autre. Dans bien des cas, elles ne peuvent être entièrement comprises qu'après avoir divisé la tâche en éléments de travail, et avoir analysé les "microséquences". La technique de travail est exprimée en terme d'efficacité de l'ouvrier.



Chargement d'un camion grumier au moyen d'un chargeur à grappin sur un dépôt de grumes (Photo: E. Pestal)

ANNEXE I

PROGRAMME DU COURS

Lundi 1er juin	Arrivée à l'aéroport de Klagenfurt (via l'aéroport de Schwechat à Vienne) Transport par autobus de l'aéroport de Klagenfurt au Centre de formation professionnelle forestière d'ossiach Inscriptions et informations Logement dans les hôtels ou pensions
Mardi 2 juin	Informations générales au comptoir spécial dans la salle du Cercle du Centre Ouverture officielle du Cours dans la salle des chevaliers de l'Hôtel Stift à Ossiach Discours de bienvenue et introduction au cours par le Dr H. Redl, Chef de la Division internationale, Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts Discours de bienvenue par M. Albin Schober, Secrétaire d'Etat, Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts Allocution d'introduction par M. L.R. Letourneau. Chef de la Sous-Division de l'exploitation et des transports forestiers, Département des forêts, FAO Exposé général par M. H. Hattinger, Département des forêts, Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts, Vienne Excursion au Ossiacher Tauern. Fonctions multiples de la foresterie de montagne (A. Trzesniowski, R. Weiss) Exposé d'information par le Dr F. Eggl, Directeur général de l'Entreprise fédérale autrichienne forestière Réception dans la salle des chevaliers à l'Hôtel Stift, Ossiach
Mercredi 3 juin	"Techniques de récolte visant à augmenter la production de bois et économiser l'énergie" (E. Pestal) "La recherche forestière dans les régions alpines" (H. Egger) "Application des technologies intermédiaires à la récolte du bois dans les pays en développement" (R. Heinrich) Démonstration d'un tracteur équipé d'un câble-grue Koller (K300) et de petits treuils portatifs pour le tirage au sol à Ossiach Tauern (A. Trzesniowski et personnel)
Jeudi 4 juin	"Normes applicables aux tracteurs à roues utilisés dans les travaux forestiers" (A. Trzesniowski) Démonstration de tracteurs agricoles et d'équipements forestiers auxiliaires

Démonstration de "log Line" (A. Trzesniowski et personnel)

Vendredi 5 juin — Levé du tracé d'un câble-grue (Travail de groupe) (A. Trzesniowski et personnel)

Etude du plan d'installation d'un câble-grue à partir des données relevées (A. Trzesniowski et personnel, R. Heinrich)

Samedi 6 juin — Continuation de l'étude du plan d'installation d'un câble-grue à partir des données relevées (A. Trzesniowski et personnel, R. Heinrich)

Excursion à Bad Kleinkirchheim

Visite de maisons en bois de la région alpine

Voyage par téléphérique au Kayserburg pour étudier la protection de la nature, la foresterie et le tourisme (D. Hanak-Hammerl)

Dimanche 7 juin — Pas de programme officiel (visite de l'église et concert à Ossiach)

Lundi 8 juin — Excursion à Klagenfurt

Visite de l'exposition Minimundus au château de Hochosterwitz (R. Heinrich, A. Trzesniowski)

Mardi 9 juin — "Instructions de travail pour les installations de câbles-grues en Autriche" (A. Trzesniowski)

Démonstration d'installation, d'opérations et de démontage d'un câble-grue URUS UNIMOG (personnel du Centre de formation forestière)

Mercredi 10 juin — Excursion à Hespa-Romäne, Wolfsberg

Démonstration d'exploitation forestière au moyen de débardeur à roues et de grue mobile; visite d'une scierie et d'un parc à bois (H. Clavadetscher, W. Brabeck, R. Heinrich, D. Hanak-Hammerl)

Jeudi 11 juin — "Sélection des arbres dans les opérations d'éclaircies - enlèvement des arbres individuels dans les forêts secondaires" (G. Sonnleitner)

Examen des équipements forestiers produits par la compagnie Steyr (W. Strzygowski, G. Hacker)

Démonstration des équipements Steyr à Ossiacher Tauern (G. Hacker, A. Trzesniowski, R. Heinrich)

Vendredi 12 juin — Continuation des démonstrations d'équipement Steyr (G. Hacker)

Evaluation de la première partie du cours; rédaction des conclusions et des recommandations, discussions finales et adoption du rapport provisoire (A. Trzesniowski, R. Heinrich)

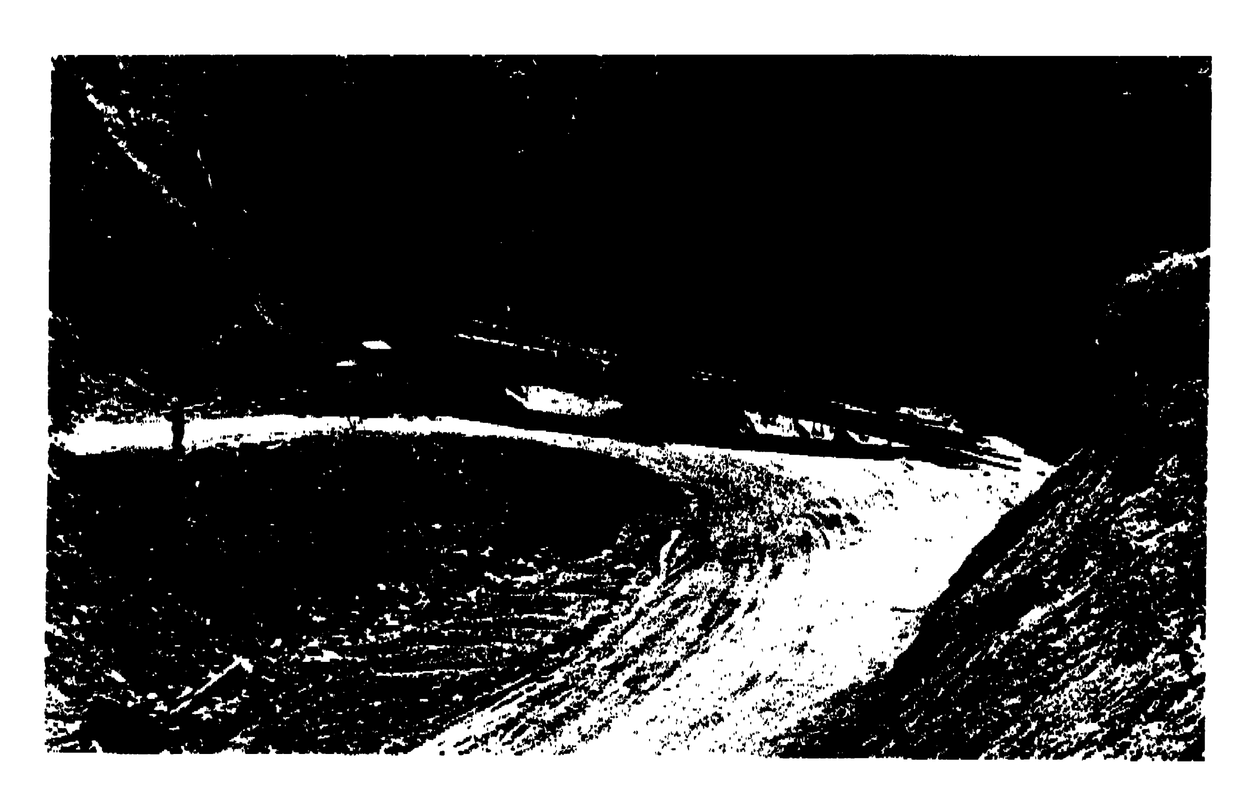
Samedi 13 juin	Visite à Villach Réception d'adieu au Centre de formation forestière d'Ossiach
Dimanche 14 juin	Déplacement par autobus du Centre forestier d'Ossiach au Centre de formation professionnelle forestière d'Ort. Itinéraire: Ossiach - Bad Kleinkirchheim - Millstatt - Katschberg - Kuchl - Salzburg - Ort Arrivée à Ort. Logement au Centre de formation forestière
Lundi 15 juin	Informations générales dans la salle de cours du Centre (R. Heinrich) Discours de bienvenue par le Dr H. Redl, Chef de la Division internationale, Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts "La construction des routes forestières entre les facteurs économiques et la protection de la nature" (E. Pestal) "Foresterie et écologie dans les régions montagneuses" (E. Tüchy) Excursion au district forestier fédéral de Traunstein et à des forêts de fermiers Démonstration d'exemples de réseaux de routes forestières sur terrain rocheux et sur terrain meuble (O. Sedlak)
Mardi 16 juin	"Planification des méthodes de travail pour la récolte du bois en région montagneuse" (W. Egger) "Principes généraux de planification d'un réseau de routes forestières" (O. Sedlak) "Tracé et établissement du prix de revient des routes forestières" (O. Sedlak) Planification et tracé pratiques des routes forestières; démonstration d'instruments de levés (O. Sedlak)
Mercredi 17 juin	Travaux pratiques; levé et piquetage de l'alignement de la route et études complémentaires nécessaires dans le cas d'une route forestière en terrain accidenté (O. Sedlak, R. Heinrich et personnel du Centre d'Ort)
Jeudi 18 juin	Pas de programme officiel (visite à l'église) Excursion à Salzburg; visite de la ville; retour par St Gilgen - Wolfgangsee - Bad Ischl - Ort
Vendredi 19 juin	Elaboration du projet de route forestière d'après les données du levé exécuté par les participants (O. Sedlak) Introduction générale aux méthodes de construction des routes forestières (O. Sedlak)
Samedi 20 juin	Visite à Gmunden

	Excursion à Hallstatt (R. Heinrich, D. Hanak-Hammerl)
Dimanche 21 juin	Pas de programme officiel (visite à l'église) Excursion à l'Abbaye de Kremsmünster
Lundi 22 juin	"Stabilisation des remblais des routes forestières au moyen de travaux biologiques ou techniques" (R. Heinrich) "Apport des machines dans la construction des routes forestières, spécialement dans le travail à l'explosif en régions montagneuses" (W. Blaha) "Application pratique des méthodes d'essais de sol aux routes forestières" (J. Eisbacher) Démonstration d'outils à main modernes pour le travail en forêt mettant l'accent sur les aspects ergonomiques et économiques (E. Feichtinger)
Mardi 23 juin	"Organisation du travail dans la récolte du bois" (Personnel du Centre de formation forestière) "Etudes du travail en foresterie" (Personnel du Centre de formation forestière) Travaux pratiques d'étude du travail dans les éclaircies (J. Wencl et personnel)
Mercredi 24 juin	"Travaux de correction de torrents et routes forestières" (H. Hattinger) "Influence des routes forestières sur le ruissellement, la sédimentation et les glissements de terrain" (H. Hattinger) Travaux pratiques d'étude des temps (J. Wencl et personnel) "Utilisation de la télémesure et des ordinateurs dans les mesures ergonomiques pour la détermination et l'évaluation des paramètres physiologiques dans la récolte mécanisée du bois" (J. Wencl)
Jeudi 25 juin	Elaboration d'études de temps et évolution des programmes de travail forestier (F. Schwendt) "Récolte mécanisée du bois et pénétration optimum des forêts" (F. Auböck)
Vendredi 26 juin	Excursion à Gosau et Bad Goisern. Exemple de route forestière en construction; ouvrages de protection de routes forestières et contre les glissements de terrain; barrage de retenue en construction. Observation de systèmes de récolte du bois au moyen de technologies intermédiaires (H. Hattinger, R. Heinrich, M. Jedlitschka, O. Sedlak) "Travaux de correction de torrents destinés à la protection des routes forestières de montagne dans la région du "Salzkammergut" en Autriche" (M. Jedlitschka)

Samedi 27 juin	Evaluation du cours; rédaction des conclusions et des recommandations; discussions finales et adoption du projet de rapport (R. Heinrich) Discours d'adieu: - Dr H. Redl, Chef de la Division internationale, Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts - M. B. Plattner, Chef du Département des forêts, Ministère fédéral de l'agriculture et des forêts Réception d'adieu au Centre de formation forestière d'Ort
Dimanche 28 juin	Voyage de retour en autobus d'Ort à Vienne, aéroport de Schwechat



Chargement de grumes sur camion au moyen de câbles et de treuils montés sur le camion (monte-grumes) (Photo: E. Pestal)



Fûts entiers transportés sur camion avec remorque. Remarquer les caractéristiques de haut niveau de la route (courbe et largeur) (Photo: E. Pestal)



Transport de grumes sur remorque attelée à un camion à plate-forme sur route forestière étroite en terrain montagneux (Photo: R. Heinrich)

ANNEXE II

LISTE DES PARTICIPANTS AU COURS

Pays	Nom	Adresse
BANGLADESH	M. ALI	c/o Divisional Forest Officer Chittagong Forest Division Forest Hill Chittagong
	A.Z.M. S. HUDA	c/o Divisional Forest Officer Chittagong Forest Division Forest Hill Chittagong
BHOUTAN	K.B. PRADHAN	Forestry Development Project in Bhutan c/o Forest Department P.O. Box 130 Thimphu
	N.P. PRADHAN	Forestry Development Project in Bhutan c/o Forest Department P.O. Box 130 Thimphu
	W. PUNTSHO	Forestry Development Project in Bhutan c/o Forest Department P.O. Box 130 Thimphu
BIRMANIE	H. AUNG	c/o Timber Corporation Rangoon
	S. RICHARD	c/o Timber Corporation Rangoon
	T. SAW	c/o Timber Corporation Rangoon
	W. SHEIN	c/o Timber Corporation Rangoon
	C. ZAN	c/o Timber Corporation Rangoon
CAMEROUN	D.K. ATOK	SOFIBEL P.O. Box 1762 Yaoundé
	E. Ze MEKA	Direction des eaux et forêts B.P. 194 Yaoundé
CHILI	T. HOLMBERG	Casilla 10 Coyhaique
FIDJI	V. MATAU	Fiji Pine Commission P.O. Box 521 Lautoka

Pays	Nom	Adresse
GABON	E. AUBERT	B.P. 2255 Libreville
INDONESIE	S. MANGUNWIDJOJO	c/o FAO Representative P.O Box 2338 Jakarta
	M. NATADIWIRYA	c/o FAO Representative P.O Box 2338 Jakarta
	B.W. SOERYOSOE BAGYO	c/o FAO Representative P.O Box 2338 Jakarta
JAMAIQUE	H. IRONS	c/o FAO Representative P.O Box 1136 Kingston
	E. O'CONNOR	c/o FAO Representative P.O Box 1136 Kingston
MALAWI	D.N. TEMBO	P.O. Box 30048 Lilongwe
MEXIQUE	N. MENDEZ MOLINA	Av. 5 de mayo No. 11 Zacatlán Puebla
	F. VERA GAXIOLA	Departamento de Bosques Universidad Autónoma Chapingo Chapingo
	M. VILLAGOMEZ LOZA	C.I.F.O Paseo L. Cardenas y Ave. Latinoamericana Uruapan, Michoacan
	V. ZAMBRANO GARCIA	Pablo García No. 68 Col. Juan Escutía Mexico 9, D.F.
NEPAL	S.P. JOSHI	c/o Project Co-Manager Tinau Watershed Project Sata, Jawalekhel Kathmandu
	R. SHRESTHA	13/66 Nara Devi Kathmandu
NIGERIA	A. ADEBAYO	c/o UNDP P.O. Box 2075 Lagos
PAKISTAN	M. AYAZ	c/o GTZ GmbH D-6236 Eschborn 1 Postfach 5180 Federal Republic of Germany

Pays	Nom	Adresse
PAKISTAN (suite)	A.K. KHATTAK	c/o DSE Wielingerstrasse 52 D-8133 Feldafing Federal Republic of Germany
	G. MARJAN	c/o DSE Wielingerstrasse 52 D-8133 Feldafing Federal Republic of Germany
	M. ZARIF	c/o GTZ GmbH D-6236 Eschborn 1 Postfach 5180 Federal Republic of Germany
PANAMA	L. PINZON	c/o UNDP Apartado 6314 Panamá 5
POLOGNE	J. WIDELKA	c/o Maj. Ing. Jozef Dygasiewicz General-Verwaltung der polnischen Staatsforste Ul. Wawelska 52-54 Warsaw
SOMALIE	A.H. MOHAMED	National Range Agency P.O. Box 1759 Mogadishu
SOUDAN	F.A. MOHIE EL DEEN	Forests Administration P.O. Box 658 Khartoum
	M.H. OBEID	Forests Administration P.O. Box 658 Khartoum
TANZANIE	R.R. MASAO	Logging and Road Construction Project c/o Ministry of Natural Resources and Tourism P.O. Box 426 Dar-es-Salaam



Chantier central de façonnage pour l'écorçage, le tronçonnage et triant les grumes pour transformation ultérieure (Photo: R. Heinrich)



Chargeur à grappin sur roues empilant et transportant des grumes dans une scierie (Photo: R. Heinrich)

ANNEXE III

LISTE DU PERSONNEL DU COURS, DES ORATEURS ET DES CONFERENCIERS

(a) Comité autrichien d'organisation

FRAUENHOLZ Othmar, Dipl. Ing. Direktor	Leiter der Forstlichen Ausbildungsstätte, Ort A-4815 Ort b. Gmunden
HANAK-HAMMERL Diether, Dipl. Ing. Oberrat	Bundesministerium für Land-u. Forstwirtschaft Abt. VA3, Stubenring 1 A-1011 Wien
KASTNER Alfred, Dipl. Ing. Dr. Rat	Leiter der Abt. VA5 Bundesministerium für Land-u. Forstwirtschaft Stubenring 1 A-1011 Wien
NEUBERGER Erich, Dipl. Ing. Dr. Ministerialrat	Leiter der Gruppe VA und der Abteilung VA3 Bundesministerium für Land-u. Forstwirtschaft Stubenring 1 A-1011 Wien
REDL Hermann, Dkfm. Dr. Ministerialrat	Leiter der Abt. IIIA3 Bundesministerium für Land-u. Forstwirtschaft Stubenring 1 A-1011 Wien
TRZESNIOWSKI Anton, Dipl. Ing. Direktor	Leiter der Forstlichen Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach

(b) Organisateur appartenant à la FAO

HEINRICH Rudolf, Ing. Dipl. Fonctionnaire forestier	Sous-Division de l'exploitation et des transports forestiers Division des industries forestières Département des forêts I-00100 Rome, Italie

(c) Directeur du cours

FRAUENHOLZ Othmar, Dipl. Ing. Direktor	Leiter der Forstlichen Ausbildungsstätte, Ort A-4815 Ort b. Gmunden
HEINRICH Rudolf, Ing. Dipl. Fonctionnaire forestier	Sous-Division de l'exploitation et des transports forestiers Division des industries forestières Département des forêts I-00100 Rome, Italie
TRZESNIOWSKI Anton, Dipl. Ing. Direktor	Leiter der Forstlichen Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach

(d) Personnel administratif, de secrétariat et technique

BASEL Elvira, Mag.	A-1010 Wien
BRAMBERGER Gerhard	Forstliche Ausbildungsstätte Ort A-4815 Ort b. Gmunden
BRANDL Josef	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
CAMPANA Rudolf	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
CHALOUPKA Christa	Bundesministerium für Land-u. Forstwirtschaft Stubenring 1 A-1011 Wien
CORDT Ursula, Mag.	A-1080 Wien
DERTSCHNIG Alois	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
FISCHER Hilde	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
GERZER Peter	Forstliche Ausbildungsstätte Ort A-4815 Ort b. Gmunden
GUTSCHIER Franz	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
HORST Margarete Oberrevident	Forstliche Bundesversuchsanstalt Istitut für Forsttechnik Schönnbrunn, Tirolergarten A-1131 Wien
HUBER Walter	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
HUSU Peter	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
KATHOLNIG Karl	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
KATLEIN Josef, Ing.	A-1080 Wien
KLAMMER Margarete	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
KRAXNER Johann	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
LENGER Adolf, Ing. Oberrevident	Forstliche Bundesversuchsanstalt Istitut für Forsttechnik Schönnbrunn, Tirolergarten A-1131 Wien
LICHTENEGGER Hans	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach

Suite (d)

LUGMAYR Johannes Förster	Forstliche Bundesversuchsanstalt Istitut für Forsttechnik Schönnbrunn, Tirolergarten A-1131 Wien
PAST Winfried, Ing.	Forstliche Ausbildungsstätte Ort A-4815 Ort b. Gmunden
PLASSER Franz	Forstliche Ausbildungsstätte Ort A-4815 Ort b. Gmunden
RADNER Irmgard	Forstliche Ausbildungsstätte Ort A-4815 Ort b. Gmunden
SCHMIDT Erich	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
SINGER Friedrich, Ing.	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
SONNLEITNER Herbert	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
WENTER Wolf, Ing. Förster	Forstliche Bundesversuchsanstalt Istitut für Forsttechnik Schönnbrunn, Tirolergarten A-1131 Wien
WOLF Friedrich	Forstliche Ausbildungsstätte Ort A-4815 Ort b. Gmunden

(e) Orateurs et conférenciers

AUBOCK Felix, Dipl. Ing. Oberforstrat	Leiter des Bau.-und Mascjinenhofes Steinkogl Österreichische Bundesforste Marxergasse 2 A-1031 Wien
BAUERNFRIED Peter, Ing. Fachleher	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
BLAHA Willibald, Dipl. Ing. Oberforstrat	Niederösterreichische Landes-Landwirtschaftskammer, Forstabteilung Löwelstrasse 12-6 A-1014 Wien
EGGER Johann, Dipl. Ing. Hofrat	Direktor der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Schönbrunn, Tirolergarten A-1131 Wien
EGGER Winfried, Dipl. Ing. Oberforstrat	Leiter des REFA - Referates Generaldirektion der Österreichischen Bundesforste Marxergasse 2 A-1031 Wien
EISBACHER Johann, Dipl. Ing. Rat	Forstliche Bundesversuchsanstalt Istitut für Forsttechnik Schönnbrunn, Tirolergarten A-1131 Wien

Suite (e)

FEICHTINGER Erich, Ing.	Forstliche Ausbildungsstätte Ort A-4815 Ort b. Gmunden
HATTINGER Hubert, Dipl. Ing. Ministerialrat	Leiter der Gruppe VB Bundesministerium für Land-u. Forstwirtschaft Stubenring 1 A-1011 Wien
HEINRICH Rudolf, Ing. Dipl.	Sous-Division de l'exploitation et des transports forestiers Division des industries forestières Département des forêts, FAO I 00100 Rome, Italie
LETOURNEAU Leo R.	Chef de la Sous-Division de l'exploitation et des transports forestiers Division des industries forestières Département des forêts, FAO I 00100 Rome, Italie
PESTAL Ernst, o. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr.	Vorstand des Institutes für Forstliches Bauingenieurwesen und Waldarbeit Universität für Bodenkultur Peter-Jordan Strasse 82 A-1190 Wien
PLATTNER Edwin, Dipl. Ing. Sektionschef	Leiter der Sektion V Bundesministerium für Land-u. Forstwirtschaft Stubenring 1 A-1011 Wien
SCHWENDT Franz, Ing.	Forstliche Ausbildungsstätte Ort A-4815 Ort b. Gmunden
SEDLAK Otto, Dipl. Ing. Dr. Regierungsoberforstrat	Amt. der OÖ. Landesregierung Forsttechnische Abteilung Böhmerwaldstrasse 11, Hauserhof A-40-10 Linz
SONNLEITNER Günther, Dipl. Ing.	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
STRZYGOWSKI Walter, Ing.	Steyr-Daimler-Puch AG. Zweite Haidequerstrasse 3 A-1111 Wien
TRZESNIOWSKI Anton, Dipl. Ing. Direktor	Leiter der Forstlichen Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach
TÜCHY Edwin, Dipl. Ing. Ministerialrat	Bundesministerium für Land-u. Forstwirtschaft Abt. VA3 Stubenring 1 A-1011 Wien
WENCL Josef, Dipl. Ing. Oberrat	Forstliche Bundesversuchsanstalt Istitut für Forsttechnik Schönnbrunn, Tirolergarten A-1131 Wien

(f) Personnel ayant participé activement aux excursions

CLAVADETSCHER Hans, Dipl. Ing. Forstdirektor	Hespa-Domäne A-9400 Wolfsberg
BRABECK Walter, Dipl. Ing. Forstmeister	Hespa-Domäne A-9400 Wolfsberg
DUSCHEK Eugen, Dipl. Ing. Oberforstrat	Leiter der Forstverwaltung Traunstein Österreichische Bundesforste Klosterplatz 2 A-4810 Gmunden
EGGL Franz, Dr.	Generaldirektor der Österreichischen Bundesforste Marxergasse 2 A-1031 Wien
GÖRTLER Raimund, Dipl. Ing. Direktor	Leiter der Höheren Technischen Lehranstalt für Holzwirtschaft A-5341 Kuchl
JEDLITSCHKA Manfred, Dipl. Ing.	Forsttechnischer Dienst für Wildbach-und Lawinenverbauung Traunreiterweg 5 A-4820 Bad Ischl
KERBL Hermann, Ing. Revierförster	Agrargemeinschaft St. Konrad A-4817 St. Konrad
LENNKH Rudolf, Dipl. Ing. Oberforstrat	Leiter der Forstverwaltung Ort Österreichische Bundesforste Johann-Orth-Allee 15 A-4815 Ort b. Gmunden
WEISZ Rüdiger, Dipl. Ing. Oberforstrat	Leiter der Forstverwaltung Villach Österreichische Bundesforste Völkendorferstrasse 1 A-9500 Villach

N°: 11065